

Tulviin varautuminen rakentamisessa

**Opas alimpien rakentamiskorkeuksien määrittämiseksi
ranta-alueilla**

Antti Parjanne ja Mikko Huokuna (toim.)



Tulviin varautuminen rakentamisessa

**Opas alimpien rakentamiskorkeuksien määrittämiseksi
ranta-alueilla**

Antti Parjanne ja Mikko Huokuna (toim.)

Helsinki 2014

**Suomen ympäristökeskus, Ilmatieteen laitos, Ympäristöministeriö,
Maa- ja metsätalousministeriö**



MAA- JA METSÄTALOUSMINISTERIÖ



ILMATIETEEN LAITOS



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

YMPÄRISTÖOPAS | 2014
Suomen ympäristökeskus
Vesikeskus

Taitto: Ritva Koskinen
Kansikuva: Kauhajoen tulvaa 7.10.2012, Unto Tapio

Julkaisu on saatavana myös internetistä: www.syke.fi/julkaisut | helda.helsinki.fi/syke

Edita Prima Oy, Helsinki 2014

ISBN 978-952-11-4306-9 (nid.)
ISBN 978-952-11-4307-6 (PDF)
ISSN 1238-8602 (pain.)
ISSN 1796-167X (verkkoi.)

ESIPUHE

Tulvat aiheuttavat Suomessa vuosittain vahinkoja. Vuosien välinen vaihtelu on hyvin suuri, mutta esimerkiksi viimeisen kymmenen vuoden aikana on viitenä vuonna koettu yli miljoonan euron vahinkoja aiheuttaneita tulvia. Vesistötulvien ohella merkittäviä vahinkoja on aiheutunut meriveden poikkeuksellisesta noususta sekä rankkasateiden seurauksena taajamien hulevesitulvista.

Tulvat voivat aiheuttaa vahingollisia seurauksia esimerkiksi ihmisten terveydelle, turvallisuudelle, ympäristölle, infrastruktuurille, taloudelliselle toiminnalle ja kulttuuriperinnölle. Ihmisten terveyttä ja turvallisuutta uhkaavat tulvat ovat Suomessa hyvin harvinaisia. Sen sijaan vahingot kohdistuvat pääosin rakennuksiin, infrastruktuuriin sekä irtaimistoon. Maankäytön suunnittelulla ja rakentamisen ohjauksella onkin keskeinen rooli tulvavahinkojen ennaltaehkäisyssä ja vähentämisessä.

Tähän oppaaseen on koottu tietoa tulvien esiintymisestä, tulvista aiheutuvista vahingoista sekä yleisesti tulvariskien hallinnasta keskittyen niihin asioihin, joita on tarpeen ottaa huomioon määrittäessä alimpia suositeltavia rakentamiskorkeuksia sisävesien ja meren ranta-alueilla. Lisäksi oppaassa käsitellään sortuma- ja vyörymävaaran huomioon ottamista sekä rakentamista tulvavaara-alueelle. Opas sisältää suositukset alimpien rakentamiskorkeuksien määrittämiseksi sisävesien rannoilla sekä merenrannikolla. Opas on päivitetty versio vuoden 1999 alimpien suositeltavien rakentamiskorkeuksien oppaasta (Ollila ym. 1999).

Oppaan päivitys on tullut ajankohtaiseksi tulvariskien hallinnan suunnittelun muututtua vuonna 2010, kun laki tulvariskien hallinnasta tuli voimaan. Maankäyttö- ja rakennuslaki tuli voimaan vuonna 2000. Maankäyttö- ja rakennuslain nojalla annetuissa valtakunnallisissa alueidenkäytön tavoitteissa kiinnitetään huomiota tulvavaara-alueiden ja tulvariskien huomioonottamiseen. Oppaan päivitystä puoltaa myös se, että sekä ilmastomuutoksen vaikutuksista vedenkorkeuksiin ja virtaamiin että merivedenkorkeuden lyhyt- ja pitkäaikaisvaihteluista on saatu uutta tietoa. Lisäksi alttius tulvavahingoille on kasvanut rakentamisen teknistymisen ja rantarakentamisen kasvun myötä.

On tärkeää, että suositukset alimmiksi rakentamiskorkeuksiksi sekä sortuma- ja vyörymävaaran huomioon ottamiseksi saavuttavat paitsi kaavoitus- ja rakentamisasiota hoitavat viranomaiset, myös kaikki ne yhteisöt ja yksityiset, jotka suunnittelevat ranta-alueille rakentamista tai alueiden muuta käyttöä.

Opas on koottu Suomen ympäristökeskuksessa Antti Parjanteen ja Mikko Huokunan toimesta. Merenrannikon osalta valmistelusta on vastannut Ilmatieteen laitos (Kimmo Kahma, Hilikka Pellikka, Katri Leinonen ja Ulpu Leijala). Sortuma- ja vyörymäriskien osalta työpanoksensa oppaan valmistumiseen on antanut Heikki Kangas Vantaan kaupungilta. Valmisteluryhmään on edellisten lisäksi kuulunut Ville Keskisarja maa- ja metsätalousministeriöstä, Antti Ijala ympäristöministeriöstä, Riitta Tornivaara-Ruikka Uudenmaan ELY-keskuksesta ja Jarkko Koskela Suomen ympäristökeskuksesta.

SISÄLLYS

Esipuhe	3
I Johdanto	7
2 Lainsäädäntö	11
2.1 Maankäyttö- ja rakennuslainsäädännön ohjausvaikutukset alimpiin rakentamiskorkeuksiin	11
2.1.1 Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet	11
2.1.2 Suunnittelutarve ranta-alueella	13
2.2 Tulvariskilainsäädäntö	14
2.2.1 Laki ja asetus tulvariskien hallinnasta	14
2.2.2 Viranomaisten tehtävät tulvatilanteessa	15
2.2.3 Kiinteistön omistajan velvollisuudet	16
3 Tulvat ja tulvavahingot	17
3.1 Tulvien esiintyminen	17
3.1.1 Vesistötulvat	17
3.1.2 Merivesitulvat	20
3.2 Tulvien aiheuttamat vahingot	22
3.2.1 Tulvien aiheuttamat aineelliset vahingot Suomessa	23
3.2.2 Erilaisten rakennusten alttius tulvavahingoille	26
3.3 Tulvariskien hallinta	28
3.3.1 Tulvavaara- ja tulvariskikartat	29
3.3.2 Tulvasuojeltujen alueiden jäännösriski	31
3.4 Tulvavahinkojen korvaaminen	32
4 Korkeusjärjestelmät	34
5 Rakennusten sijainti ja perustamistaso	36
6 Alimmat rakentamiskorkeudet sisävesillä	38
6.1 Ilmastonmuutoksen vaikutus vesistötulviin	38
6.2 Suositus sisävesien rannoille	41
7 Alimmat rakentamiskorkeudet meren rannikolla	45
7.1 Ilmastonmuutoksen vaikutus merivesitulviin	45
7.1.1 Vaikutus lyhytaikaiseen merenpinnan vaihteluun	45
7.1.2 Vaikutus pitkäaikaiseen merenpinnan vaihteluun	46
7.2 Maankohoamisen vaikutus merivesitulviin	47
7.3 Suositus Itämeren rannikolle	48
7.4 Aallokon vaikutus meren rannikolla	50

8 Tulvakorkeuksia koskevan tiedon saatavuus	52
9 Sortuma- ja vyörymäriskin huomioon ottaminen ranta-alueiden käytössä	54
9.1 Rantojen sortumien ja vyörymien syitä	54
9.2 Sortumavaarallisten alueiden erityispiirteitä	56
9.3 Suositukset sortumavaaran huomioon ottamiseksi	57
10 Rakentaminen tulvavaara-alueelle	59
10.1 Rakentamisessa huomioon otettavia asioita	59
10.2 Tulvankestävä rakentaminen	60
II Yhteenveto	62
Terminologia	64
Lähteet	68
Muuta aiheeseen liittyvää kirjallisuutta	69
Liitteet	70
Liite 1. Vedenkorkeuden kuukausimaksimit eri mareografiasemilla	70
Liite 2. Vedenkorkeudet eri toistuvuuksille eri mareografiasemilla	71
Kuvailulehti	73
Presentationsblad	74
Documentation page	75

1 Johdanto

Ilmastonmuutoksen seurauksena tulvariskiin varautuminen tulee nykyistään tärkeämmäksi maankäytön suunnittelussa ja rakentamisessa. Suomessa ilmastonmuutos voi lisätä tulvariskiä etenkin talvisin ja syksyisin suurissa vesistöissä sateiden lisääntymisen ja äärevöitymisen sekä virtaamien ja vedenkorkeuksien kasvaessa. Myös merivesitulvien riski tulee mahdollisesti kasvamaan ennakoitujen merenpinnan vaihtelun ja nousun myötä.

Yhdyskuntien haavoittuvuus tulvavahingoille on kasvanut alavien ranta-alueiden rakentamisen lisääntyessä ja rakennusten teknistyessä. Taajama-alueiden kasvu, sekä vesimaiseman arvostus luovat osaltaan painetta ranta-alueiden rakentamiselle. Asuinrakennusten tekniikka on lisääntynyt ja muuttunut entistä enemmän kosteudelle haavoittuvaksi. Myös veden äärelle rakennettujen vapaa-ajan asuntojen määrä on lisääntynyt, ja ne vastaavat yhä useammin rakennustekniikaltaan ympärivuotiseksi suunniteltuja asuinrakennuksia. Tietoja vesistön käyttäytymisestä, turvallisesta rakentamiskorkeudesta ja mahdollisesta tulvasuojelun jäännösriskistä ei välttämättä osata hyödyntää parhaalla mahdollisella tavalla.

Tulvat voidaan jakaa niiden syntyvän mukaan kolmeen ryhmään eli vesistötulviin, merivesitulviin ja hulevesitulviin. Tässä selvityksessä keskitytään vesistö- ja merivesitulviin. Hulevesitulvien huomioon ottamista rakentamisessa on käsitelty laajasti vuonna 2012 ilmestyneessä Hulevesioppaassa (Kuntaliitto, 2012).

Maa- ja metsätalousministeriö on vuoteen 2013 asti korvannut vuosittain vesistötulvien tulvavahinkoja asiasta säädetyn lain nojalla. Korvausten suuruus on vaihdellut vuosittain hyvin paljon, mutta keskimäärin korvauksia on maksettu vuosina 1995–2012 noin 700 000 € vuodessa. Suurimmillaan korvaussummat ovat olleet noin 5 milj. € vuodessa. Korvatuista vesistötulvavahingoista rakennusvahingot ovat muodostaneet yli kaksi kolmannesta. Lisäksi vakuutusyhtiöt ovat korvanneet hulevesi- eli rankkasadetulviin ja merivesitulviin liittyviä vahinkoja. Koska tulvien aiheuttamat vahingot kohdistuvat viime kädessä koko yhteiskuntaan, tulee rakentamisen ohjauksella pyrkiä siihen, että rakennuksia ja rakenteita ei sijoiteta tulvavaara-alueille.

Rakennusten tulvavahinkoja on pyritty pitkään estämään laatimalla suosituksia rakentamiskorkeuksiksi. Ympäristöministeriö ja vesihallitus antoivat jo vuonna

1984 suosituksen ”vesistöjen ylimpien vedenkorkeuksien huomioonottaminen ranta-alueiden käytössä ja rakentamistoiminnassa”. Opas alimmista suositeltavista rakentamiskorkeuksista päivitettiin edellisen kerran vuonna 1999 (Ollila ym. 1999), ja se jaettiin tällöin mm. kaikkiin Suomen kuntiin. Myös suurtulvaselvityksessä (Ollila ym. 2000) ja suurtulvatyöryhmän loppuraportissa (Timonen ym. 2003) on otettu kantaa rakentamiskorkeuksiin.

Vuoden 1999 oppaan julkaisun jälkeen on asiaa koskevassa lainsäädännössä tapahtunut paljon uutta. Edellisen oppaan valmistumisen aikoihin tuli voimaan uusi maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999). Laissa on kiinnitetty huomiota rakennuspai-kan soveliaisuuteen ja kelvollisuuteen. Vuonna 2009 tarkistettujen valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden mukaan alueidenkäytössä on mm. otettava huomioon viranomaisten selvitysten mukaiset tulvavaara-alueet ja pyrittävä ehkäisemään tulviin liittyvät riskit.

Kesällä 2010 eduskunta hyväksyi lain (620/2010) ja asetuksen (659/2010) tulvariskien hallinnasta. Lailla pyritään vähentämään tulvariskejä sekä ehkäisemään ja lieventämään tulvista aiheutuvia vahingollisia seurauksia sekä edistämään tulviin varautumista. Tulvariskien hallinnan suunnitteluprosessin ohella laissa ja asetuksessa säädetään keskeisten viranomaisten tehtävistä tulvariskien hallinnassa.

Myös tulvavahinkojen korvaaminen on muuttunut. Laki poikkeuksellisten tulvien aiheuttamien vahinkojen korvaamisesta on kumottu. Vuoden 2014 alusta alkaen vesistötulvista aiheutuvia rakennus- ja irtaimistovahinkoja ei ole enää korvattu valtion varoista, vaan korvaussuojan saa hankkimalla tulvavahingot kattavan vakuutuksen. Korvausta sai vanhan lain puitteissa vain vesistötulvista, mutta vakuutusperusteinen korvausjärjestelmä kattaa vesistötulvien lisäksi meriveden noususta aiheutuvat tulvat sekä rankkasateista aiheutuvat hulevesitulvat. Vesistö- ja merivesitulvien osalta korvattavuuden rajana vakuutusyhtiöiden vakuutusehtoihin on vakiintumassa tulva, joka esiintyy kerran 50 vuodessa tai harvemmin. Vastaavasti rankkasateesta aiheutuneen hulevesitulvan vahinkojen korvausrajana on sademäärä 30 mm tunnissa tai 75 mm vuorokaudessa.

Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukset (ELY-keskukset) ovat laatineet alimpia korkeussuosituksia alueensa vesistöihin pohjautuen valtakunnallisiin suosituksiin. Tarvittaessa ELY-keskukset ovat antaneet suosituksia myös niitä erikseen kysyttäessä: esim. kaavaluonnosten, poikkeuslupien ja rantojen käytön yleissuunnitelmien yhteydessä. Merenrannikon alimpien rakentamiskorkeussuosistusten määrittämisestä on vastannut Ilmatieteen laitos. Kunta päättää alimmista rakentamiskorkeuksista alueellaan, mutta lopullinen vastuu on lähtökohtaisesti rakennushankkeeseen ryhtyvällä.

Alimpia suositeltavia rakentamiskorkeuksia koskevia tietoja on tallennettu ELY-keskusten toimesta valtakunnalliseen tulvatietojärjestelmään, joka sisältää lisäksi mm. tulvan aikana mitattuja vedenkorkeuksia ja malleilla laskettuja tulvavirtaamia. Alimpia rakentamiskorkeuksia on tietojärjestelmässä yli 800 järvelle ja 1200 yksittäiselle kohteelle, joista suurin osa on kiinteistöjä.

Esimerkkejä olemassa olevista alueellisista alimmista suositeltavista rakentamiskorkeuksista:

- Alimmat suositeltavat rakentamiskorkeudet Etelä-Savossa (ESAr 4/2009)
- Alimmat suositeltavat rakentamiskorkeudet Varsinais-Suomessa ja Satakunnassa (LOSra 5/2006)
- Alimmat suositeltavat rakentamiskorkeudet Pirkanmaalla (AY 248, 2003)
- Alimmat suositeltavat rakentamiskorkeudet Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan suurimmilla järvillä (UUSmo 149, 2004)

Edellä mainittujen julkaisujen lisäksi alimmista suositeltavista rakentamiskorkeuksista on laadittu taulukkoja muun muassa seuraavilta alueilta: Häme, Keski-Suomi, Pohjois-Savo, Länsi-Suomi, Uusimaa, Pirkanmaa.

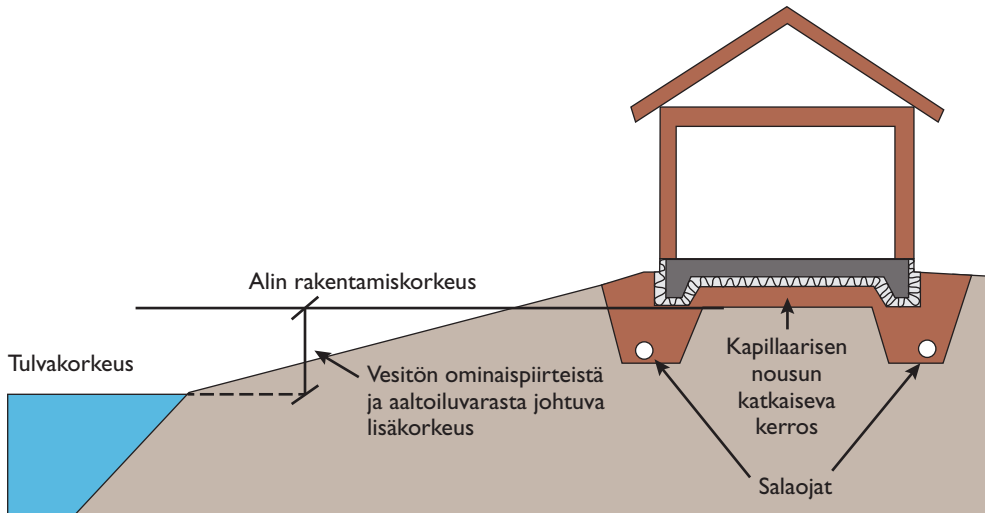
Rakennusjärjestyksessä voidaan määrätä esimerkiksi rakennuksen etäisyydestä rantaviivaan sekä rakennuksen korkeusasemasta. Maan korottaminen rakennuspaikalla voi vähentää rakennuksen tulvavahinkoja. Maan korottamisen yhteydessä on syytä ottaa huomioon, että se saattaa lisätä sortuma- ja eroosioriskiä, aaltoiluvaran tarvetta, vaikuttaa tulvareitteihin ja tulvavesien padottumiseen, sekä sillä voi olla myös haitallisia vaikutuksia maisemaan.

Alin suositeltava rakentamiskorkeus tarkoittaa korkeustasoa, jonka alapuolelle ei tule sijoittaa kastuessaan vaurioituvia rakenteita. Tulvakorkeuden lisäksi tulee ottaa huomioon vesistön ominaispiirteistä ja rakennuksen käyttötarkoituksesta johtuva lisäkorkeus (Kuva 1).

Ilmastonmuutoksen vaikutuksista tehtyjen selvitysten mukaan vesistöjen syys- ja talvivirtaamat tulevat kasvamaan suuressa osassa Suomea, kevään huippuvirtaamien taas yleisesti pienentyessä ja aikaistuessa. Suurten keskusjärvien tulvavedenkorkeudet tulevat nousemaan talvella nykyistä ylemmäksi ja niiden laskujoissa kuten Kokemäenjoessa, Kymijoen ja Oulujoessa talvivirtaamien kasvu voi lisätä hyötötulvien riskiä. Kokonaistulvariskin arvioitu muutos riippuu vesistön sijainnista ja ominaisuuksista. Osassa Suomea vesistötulvien arvioidaan pienenevän, osassa kasvavan. Ilmatieteen laitoksen selvitysten mukaan rankkasateiden todennäköisyys ja intensiteetti tulee ilmastonmuutoksen vaikutuksesta kasvamaan. Se aiheuttaa huulevesitulvariskien sekä pienten valuma-alueiden vesistötulvariskien kasvua.

Merivesitulvat voivat kasvaa valtamerten pinnannousun ja merivedenkorkeuden vaihtelun myötä. Maankohoaminen Suomen rannikolla kuitenkin tasapainottaa merenpinnan nousua. Ainakin Suomenlahdella merenpinnan hitaan nousun arvioidaan olevan tulevaisuudessa suurempaa kuin maankohoamisen.

Tämä opas on tarkoitettu avuksi maankäytön suunnitteluun ja rakentamisen ohjaukseen osallistuvien viranomaisten, kuten ELY-keskuksien, kuntien, maakuntien liittojen, ministeriöiden ja jossain määrin myös yksityisten toimijoiden kuten va-



Kuva 1. Alin suositeltava rakentamiskorkeus. Kuvassa on esitetty myös harkinnanvaraisen lisäkorkeuden riippuvuus vesitön ominaispiirteistä. Jyrkällä rannalla aaltojen nousukorkeus on suurempi, joten lisäkorkeuttakin tarvitaan enemmän. Kuvassa on esitetty alimman suositeltavan rakentamiskorkeuden määräytyminen maanvaraisen laattaperustuksen tapauksessa. Luvuissa 5, 6 ja 7 rakentamiskorkeuden määräytymistä on käsitelty tarkemmin ja esitetty vastaavat kuvat myös muilla perustamistavoilla.

kuutusyhtiöiden tarpeisiin. Muita sidosryhmiä ovat mm. Kuntaliitto, Finanssialan Keskusliitto, aluehallintovirastot ja eri yhdistykset.

Oppaan tarkoituksena on antaa suositukset alimpien rakentamiskorkeuksien määrittämiseksi sisävesien ja meren ranta-alueilla. Lisäksi oppaaseen on koottu yhteen tietoa tulvien esiintymisestä, tulvista aiheutuvista vahingoista, tulvariskien hallinnasta sekä ranta-alueiden sortuma- ja vyörymävaarasta keskittyen asioihin, joita on tarpeen ottaa huomioon kaavoitettaessa ja rakennettaessa alaville ranta-alueille. Tavoitteena on ennaltaehkäistä ja vähentää tulvista sekä maansortumista ja -vyörymistä rakennuksille aiheutuvia vahinkoja ja vaikuttaa siihen, että tulva- ja sortumariskit otetaan riittävästi huomioon kaavoituksessa ja rakentamisessa. Oppaan suositusten toivotaan tavoittavan kaavoitus- ja rakentamisasioita hoitavat viranomaiset sekä vaikuttavan hankkeista vastaavien päätöksiin.

2 Lainsäädäntö

2.1

Maankäyttö- ja rakennuslainsäädännön ohjausvaikutukset alimpiin rakentamiskorkeuksiin

2.1.1

Maankäyttö- ja rakennuslaki sekä valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Maankäyttö- ja rakennuslaissa (5.2.1999/132, MRL) säädetään muun muassa rakennuspaikkaa koskevista vaatimuksista sekä alueidenkäyttöä ja rakentamista ohjaavien kaavojen sisältövaatimuksista. MRL:n mukaan valtioneuvosto voi hyväksyä alueidenkäyttöä koskevia valtakunnallisia tavoitteita.

Rakennuspaikan tulee asemakaava-alueen ulkopuolella olla tarkoitukseen sovelias, rakentamiseen kelvoinen ja riittävän suuri, kuitenkin vähintään 2 000 neliometriä. Rakennuspaikan soveliaisuutta ja kelvollisuutta harkittaessa on otettava huomioon, ettei rakennuspaikalla ole tulvan, sortuman tai vyörymän vaaraa. Sortuma- ja vyörymäriskin huomioon ottamista ranta-alueiden maankäytössä on käsitelty luvussa 9.

Asemakaava-alueilla rakennuspaikan sopivuus ratkaistaan asemakaavassa (MRL 116 § 1 mom.). Lisäksi rakennusluvan myöntämisen edellytyksenä on, että rakennus soveltuu paikalle; rakennuspaikalle on käyttökelpoinen pääsytie tai mahdollisuus sellaisen järjestämiseen ja että vedensaanti ja jätevedet voidaan hoitaa tyydyttävästi ja ilman haittaa ympäristölle (MRL 135 §.). Lisäksi rakennukset on voitava sijoittaa riittävälle etäisyydelle kiinteistön rajoista, yleisistä teistä ja naapurin maasta (MRL 116 § 2 mom.). Rakentamisessa tulee ottaa huomioon myös MRL:n 117 pykälän vaatimukset, jonka mukaan rakennushankkeeseen ryhtyvän on muun muassa huolehdittava, että rakennus suunnitellaan ja rakennetaan siten, että sen rakenteet ovat lujia ja vakaita, soveltuvat rakennuspaikan olosuhteisiin ja kestävät rakennuksen suunnitellun käyttöään.

Kunnan tulee seurata asemakaavojen ajanmukaisuutta ja tarvittaessa ryhtyä toimenpiteisiin vanhentuneiden asemakaavojen uudistamiseksi (MRL 60 § 1 mom.).

Kunnan velvollisuus ryhtyä toimenpiteisiin asemakaavan uudistamiseksi korostuu uusilla, muuttuneilla tulvavaara-alueilla.

Valtioneuvosto päätti 13.11.2008 valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden tarkistamisesta. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan tavoitteet on otettava huomioon ja niiden toteuttamista on edistettävä maakunnan suunnittelussa, kuntien kaavoituksessa ja valtion viranomaisten toiminnassa.

Valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden mukaan:

- Alueidenkäytössä on otettava huomioon viranomaisten selvitysten mukaiset tulvavaara-alueet ja pyrittävä ehkäisemään tulviin liittyvät riskit.
- Alueidenkäytön suunnittelussa uutta rakentamista ei tule sijoittaa tulvavaara-alueille. Tästä voidaan poiketa vain, jos tarve- ja vaikutusselvityksiin perustuen osoitetaan, että tulvariskit pystytään hallitsemaan ja että rakentaminen on kestävän kehityksen mukaista.
- Alueidenkäytön suunnittelussa on tarvittaessa osoitettava korvaavat alueidenkäyttöratkaisut yhdyskuntien toimivuuden kannalta erityisen tärkeille toiminoille, joihin liittyy huomattavia ympäristö- tai henkilövahinkoriskejä.
- Yleis- ja asemakaavoituksessa on varauduttava lisääntyviin myrskyihin, rankkasateisiin ja taajamatulviin. Haitallisia terveysvaikutuksia tai onnettomuusriskejä aiheuttavien toimintojen ja vaikutuksille herkkien toimintojen välille on jätettävä riittävän suuri etäisyys.
- Suuronnettomuusvaaraa aiheuttavat laitokset sekä vaarallisten aineiden kuljetusreitit ja niitä palvelevat kemikaaliratapihat on sijoitettava riittävän etäälle asuinalueista, yleisten toimintojen alueista ja luonnon kannalta herkistä alueista.

Kaavoja laadittaessa on tulvavaara-alueet otettava huomioon siten kuin kaavan sisältövaatimukset ja valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet edellyttävät. Tämän oppaan ohella valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa viitattuja viranomaisten tulvariskiselvityksiä voidaan katsoa olevan esimerkiksi merkittäviksi tulvariskialueiksi nimettyjen sekä muiden tulvariskialueiden tulvariskien hallintasuunnitelmat, sekä tulvavaara- ja tulvariskikartat. Asemakaavoituksessa tulisi muun muassa määrittää rakentamisen edellytykset eli rakennuspaikan ja rakennuksen alimmat korkeudet, kieltää tulvalle herkkien toimintojen sijoittaminen tulvavaara-alueille, osoittaa tulvia kestävät rakenneratkaisut sekä ratkaista tilapäiset ja pysyvät tulvasuojelurakenteet (Ekroos & Hurmeranta, 2011).

Kunnan rakennusjärjestyksessä voidaan antaa alimpia rakentamiskorkeuksia koskevia ja tulvista johtuvia määräyksiä. Rakennusjärjestyksen määräykset voivat olla erilaisia kunnan eri alueilla. Maankäyttö- ja rakennuslain 14 §:n mukaan rakennusjärjestyksen määräykset voivat koskea seuraavia asioita: rakennuspaikka, rakennuksen koko ja sen sijoittuminen, rakennuksen sopeutuminen ympäristöön, rakentamistapa, istutukset, aidat ja muut rakennelmat, rakennetun ympäristön hoito, vesihuollon järjestäminen, suunnittelutarvealueen määrittelemineen sekä muut paikalliset raken-

tamista koskevia seikat. Rakennusjärjestyksessä olevia määräyksiä ei sovelleta, jos oikeusvaikutteisessa yleiskaavassa, asemakaavassa tai Suomen rakentamismääräyskokoelmassa on asiasta toisin määrätty.

2.1.2

Suunnittelutarve ranta-alueella

Ranta-alueilla on muita alueita kattavampi suunnittelutarve. Meren tai vesistön ranta-alueeseen kuuluvalla rantavyöhykkeelle ei saa rakentaa rakennusta ilman asemakaavaa tai sellaista oikeusvaikutteista yleiskaavaa, jossa on erityisesti määrätty yleiskaavan tai sen osan käyttämisestä rakennusluvan myöntämisen perusteena. Suunnittelutarve koskee myös ranta-aluetta, jolla rakentamisen ja muun käytön suunnitteleminen pääasiassa rantaan tukeutuvan loma-asutuksen järjestämiseksi on tarpeen alueella odotettavissa olevan rakentamisen vuoksi (MRL 72 §).

Kaikilla ranta-alueilla on lähtökohtana, että rakentaminen perustuu kaavaan. Alueellinen ELY-keskus voi erityisestä syystä myöntää poikkeuksen koskien rakentamista kaavoittamattomalle ranta-alueelle (MRL 72 § ja 171 §).

Suomessa kaavoitusta alettiin käyttää rantojen suunnittelussa 1960-luvun lopulla. Ennen vuotta 1996 noin 20 % mökeistä rakennettiin kaavatonteille, nykyisin jo yli kaksi kolmasosaa. Lomarakentamisesta 90 % tapahtuu vesistöjen äärelle. Loma-asunnoista pääosa on sijoittunut rantavyöhykkeelle usein siten, että itse päärakennus on 25-40 metrin etäisyydellä rantaviivasta ja mahdollinen sauna lähempänä rantaa. (Suomirakentaa.fi)

Suurempaa etäisyyttä rantaan puoltavat tulvariskien ehkäisemisen lisäksi mm. seuraavat näkökohdat:

- Jätevesien käsittely, lähinnä imeytys, on helpommin tehtävissä (sijoitus mielellään rannasta pois päin, eli mantereen puolelle rakennusta)
- Rantapuusto antaa enemmän suojaa rakennukselle ja sen pihapiirille
- Rakennukselle syntyy oma rauhallinen pihapiiri
- Rantaluonnon häiriöt vähentyvät
- Rantamaiseman säilyttäminen

Lisätietoa ranta-alueelle rakentamisesta löytyy esimerkiksi julkaisusta ”Rantojen maankäytön suunnittelu” (Ympäristöopas 120, 2005). Oppaassa kerrotaan rantojen maankäytön suunnittelun ja rakentamisen ohjauksen erilaisista keinoista ja niiden käytöstä. Oppaaseen on koottu tietoa suunnittelun lähtökohdista, mahdollisuuksista ja reunaehdoista.

Tulvariskilainsäädäntö

Tulvasuojelua ja tulvantorjuntaa koskeva lainsäädäntö on jakautunut useaan eri lakiin tai säädökseen. Keskeisimpänä suunnittelua ohjaavana on laki tulvariskien hallinnasta, mutta myös mm. vesilaissa, patoturvallisuuslaissa, sekä maankäyttö- ja rakennuslaissa on tulvariskien hallintaan liittyviä säädöksiä.

Laki ja asetus tulvariskien hallinnasta

Tulvariskilailla (laki tulvariskien hallinnasta, 620/2010) pyritään vähentämään tulvariskejä ja ehkäisemään ja lieventämään tulvista aiheutuvia vahingollisia seurauksia sekä edistämään tulviin varautumista. Lain tavoitteena on myös sovittaa yhteen tulvariskien hallinta ja vesistöalueen muu hoito, ottaen huomioon vesivarojen kestävä käytön sekä suojelun tarpeet. Laki koskee muun ohessa vesistö-, merenranta- ja hu- levesitulvien hallinnan suunnittelua. Eräitä tarkempia säännöksiä tulvariskisuunnittelua koskien on annettu tulvariskiasetuksessa (valtioneuvoston asetus tulvariskien hallinnasta, 659/2010).

Tulvariskilaki sisältää merkittävien tulvariskien hallintaa koskevan suunnittelujärjestelmän, johon kuuluu merkittävien tulvariskialueiden nimeäminen (8 §), tulvakartat (tulvavaara- ja tulvariskikartat, 9 §) ja tulvariskien hallintasuunnitelma (10 §). Lisäksi tulvariskilain 23 §:ssä säädetään tulvariskien hallintasuunnitelman huomioon ottamisesta. On tärkeää huomata, että lain mukainen suunnittelujärjestelmä koskee ainoastaan merkittäviä tulvariskejä eli niitä alueita, joille on alustavan arvioinnin perusteella nimetty vähintään yksi merkittävä tulvariskialue. Tulvariskin merkittävyttä arvioitaessa otetaan huomioon yleiseltä kannalta katsoen vahingolliset seuraukset, eli esimerkiksi yksittäiset omaisuusvahingot eivät täytä lain mukaisia merkittävyyden kriteereitä (Tulvariskien hallinnan koordinoitiryhmä, 2010). Tulvariskilainsäädännön mukaista suunnittelua ja toimenpiteitä voidaan toteuttaa myös merkittäviksi nimettyjen tulvariskialueiden ulkopuolella.

Tulvariskilaki ja -asetus määrittelevät valtion viranomaisten tehtävät tulvariskien hallinnassa. Päävastuu vesistöalueiden ja merenrannikon tulvariskien hallinnan suunnittelussa on ELY-keskuksilla. Vesistöalueille, joilla on vähintään yksi merkittävä vesistö- ja meritulvariskialue, on asetettu erityiset tulvaryhmät tarvittavan viranomaisyhteistyön varmistamiseksi. Lisäksi tulvaryhmän keskeisenä tehtävänä on asettaa tulvariskien hallinnan tavoitteet merkittäviksi nimetyillä alueillaan sekä käsitellä ja hyväksyä ELY-keskusten valmisteleva tulvariskien hallintasuunnitelma ja suunnitelmaan liittyvät toimenpiteet, joilla tulvariskien hallinnan tavoitteet pyritään saavuttamaan.

Vesilain (587/2011) luvun 3 mukaan vesistöön tai sen rannalle rakentamiseen tai aikaisemmasta luvasta poikkeamiseen tarvitaan aluehallintovirastojen ympäristölupavastuualueen lupa, mikäli rakentaminen aiheuttaa tulvariskiä tai mahdollisia vahinkoja. Esimerkiksi tulvasuojelu- ja tulvantorjuntarakenteet kuuluvat lain piiriin. Vesilaki määrää tällaisten hankkeiden toteuttamisen siten, ettei niistä aiheudu vältettävissä olevaa vahinkoa, haittaa tai muuta edunmenetystä rannan tai vesialueen omistajalle tai ettei vesiluontoa vahingoiteta. Mikäli kustannukset lisääntyvät kohutuuttomasti suhteessa hankkeen kokonaiskustannuksiin ja aiheutettavaan vahinkoon, voidaan vahingon aiheuttaminen sallia määrättyä korvausta vastaan.

2.2.2

Viranomaisten tehtävät tulvatilanteessa

Pelastusviranomainen vastaa pelastuslain mukaisesti pelastustoiminnan suunnittelusta ja johtamisesta tulvatilanteessa sekä varsinaisesta pelastustoiminnasta. Tulvasuojelu- ja tulvantorjuntatoimenpiteet kuuluvat pelastustoimintaan silloin, kuin tilanne edellyttää kiireellisiä toimenpiteitä ihmisen hengen tai terveyden, omaisuuden tai ympäristön suojaamiseksi tai pelastamiseksi. Kunnan vastuulla on varautua poikkeustilanteisiin, suojella omia rakenteita ja toimintaa sekä tukea pelastusviranomaisia tulvasuojelussa. Kunnalle kuuluvat myös saarroksissa olevien asukkaiden, erityisesti vanhusten ja vammaisten, ruoka- ja lääkehuollon varmistaminen. Alueellinen ELY-keskus vastaa alueellisesta tulvatilannekuvan ylläpidosta, tulvatiedottamisesta, tulviin varautumisesta sekä vesistössä tehtävien toimenpiteiden ohjauksesta. Lisäksi ELY-keskus antaa asiantuntija-apua muille viranomaisille ja yksityisille tahoille. Suomen ympäristökeskuksen ja Ilmatieteen laitoksen yhteinen Tulvakeskus vastaa tulvien ennustamisesta, tulvista varoittamisesta sekä valtakunnallisen tulvatilannekuvan ylläpitämisestä yhteistyössä elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskusten sekä pelastusviranomaisten kanssa. Viranomaisten tehtäviä on kuvattu taulukossa 1.

Tulvariskien hallinnan suunnittelussa on ELY-keskuksen tehtävänä huolehtia tulvariskien hallintaa palvelevasta suunnittelusta alueellaan. Vesistö- ja merivesitulvien osalta tulvariskilain mukaiset tulvariskien hallinnan tehtävät ovat ELY-keskusten vastuulla. Hulevesitulvien osalta suunnittelu- ja hallintavastuu on kunnilla. ELY-keskusten erityisenä tehtävänä on edistää tulvasuojelua ja muita tulvariskien hallintaa parantavia toimenpiteitä. ELY-keskus myös antaa kunnille ja muille yhteistyötahoille tulvariskien hallintaa palvelevaa asiantuntija-apua kuten tulvasuojelurakenteiden ja muiden vesistötoimenpiteiden toteuttamisessa tarvittavaa suunnitteluapua sekä päättää valtion rahoitustuen myöntämisestä toimenpiteitä varten.

Taulukko 1. Viranomaisten tehtävät tulvan uhatessa ja tulvatilanteessa.

ELY-keskus
<ul style="list-style-type: none"> • Vesitilanteen seuranta ja tulvauhasta tiedottaminen alueellaan. Merivesitulvien osalta Ilmatieteen laitos • Ennakkotorjuntatoimenpiteet vesistössä, esim. jäänsahausta ja säännöstelyn ohjaus • Asiantuntija-apu pelastusviranomaisille tulvatorjuntatöissä (jääpatojen hajottaminen, väliaikaispenkereet ja poikkeusjuoksutukset)
Pelastusviranomainen
<ul style="list-style-type: none"> • Tulvatilanteen johto pelastustoimintatilanteessa • Ihmisten, alueiden ja yksittäisten tärkeiden kohteiden suojaaminen ja pelastaminen • Yksityiseen omaisuuteen kohdistuvat toimenpiteet, esim. teiden katkaisut ym.
Kunta
<ul style="list-style-type: none"> • Kunnan rakennusten ja katujen suojaaminen • Evakuoinnin ja hätämajoituksen toteutus sekä mm. juomaveden turvaaminen • Työvoiman ja kaluston tarjoaminen pelastusviranomaisille tarvittaessa
Tulvakeskus
<ul style="list-style-type: none"> • Valtakunnallisen tulvatilannekuvan tuottaminen sekä tulvaennusteet ja -varoitukset • Erityistilanteessa tarvittavien tulvapalvelujen ja tulvatilannekuvien tuottaminen
Suomen ympäristökeskus ja Ilmatieteen laitos
<ul style="list-style-type: none"> • Tulvien poikkeuksellisuuslausuntojen antaminen

2.2.3

Kiinteistön omistajan velvollisuudet

Kiinteistön tai rakennuksen tulvalta suojaamisesta ja tulvaan varautumisesta vastaa sen omistaja, tai jos kiinteistö tai rakennus on vuokrattu, sen haltija ja toiminnanharjoittaja. Heidän on omalta osaltaan ehkäistävä tulvasta aiheutuvien vaaratilanteiden syntymistä sekä varauduttava henkilöiden, omaisuuden ja ympäristön suojaamiseen. Asukkaan vastuulla on suojella itseään ja omaisuuttaan omilla toimillaan, esimerkiksi siirtämällä tai suojaamalla omaisuuttaan sekä hankkimalla sille riittävän vakuutus- turvan tulvan varalta. Jokaisen velvollisuutena on ilmoittaa tulvasta tai sen uhasta vaarassa oleville, tehdä tarvittaessa hätäilmoitus ja ryhtyä kykynsä mukaan pelastustoimenpiteisiin. Vähintään kolmen asunnon asuinrakennuksiin sekä useimpiin julkisiin tiloihin ja työpaikkatiloihin tulee laatia pelastussuunnitelma (pelastuslaki 379/2011, 15 §). Tulvavaara-alueella sijaitsevan rakennuksen pelastussuunnitelmassa tulisi ottaa huomioon toiminta tulvatilanteessa ja tarvittaessa varautua tilanteeseen etukäteen.

3 Tulvat ja tulvavahingot

3.1

Tulvien esiintyminen

Tulvat voidaan jakaa yleisellä tasolla kolmeen ryhmään niiden syntyvän mukaan eli vesistö-, merivesi- ja hulevesitulviin. Hulevesitulvat ovat nopeasti alkavia, lyhytkestoisia ja melko paikallisia ja niitä kutsutaankin usein myös taajama- tai rankkasadetulviksi. Ne syntyvät, kun viemäriverkko tai avo-ojat eivät poista riittävän nopeasti sadevettä. Hulevesitulvat aiheuttavat vahinkoja lähinnä alavilla tai painanteisilla paikoilla, eikä alimmalla rakentamiskorkeudella suhteessa lähimmän vesistön tasoon ole suurta merkitystä niiden aiheuttamien vahinkojen hallinnassa. Tässä selvityksessä keskitytäänkin ainoastaan vesistöstä ja meriveden noususta aiheutuviin tulviin.

3.1.1

Vesistötulvat

Vesistötulvia eli suuria vedenkorkeuksia ja virtaamia esiintyy Suomessa yleensä lumen sulamisen tai runsaidensateiden seurauksena, mutta niitä voi syntyä myös jään tai supon eli alijäähtyneessä vedessä muodostuvien jäähiukkasten kasautuessa ja padottaessa vettä. Tulevaisuudessa ilmastonmuutoksen myötä rankkasadetulvien sekä talven suurten virtaamien ja vedenkorkeuksien ennakoidaan lisääntyvän, kun taas lumen sulamisesta aiheutuvat kevättulvat voivat joillakin alueille pienentyä. Yleisesti ottaen ilmastonmuutoksen aiheuttamien sään ääri-ilmiöiden kuten tulvien arvioidaan kuitenkin lisääntyvän.

Suomen vesistöissä tulvat voivat aiheutua eri syistä:

- lumensulamisen aiheuttamat tulvat lähes koko maassa, erityisesti pohjoisessa
- rankkojen sateiden aiheuttamat tulvat erityisesti vähäjärvisillä jokialueilla
- järvalueen suuret vedenkorkeudet useiden perättäisten märkien jaksojen seurauksena
- jääpatotulvat jäiden lähdön aikaan
- suppo- eli hyynetulvat alijäähtyneessä virtaavassa vedessä
- mahdolliset vesirakenteiden toimintahäiriöt tai virtausaukkojen tukkeutuminen
- mahdolliset sortumista ja vyörymistä aiheutuvat uomien tukkeutumiset

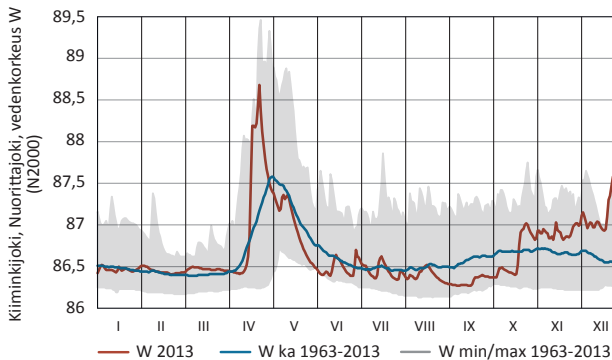
Pohjois-Suomessa, ja useimmiten myös Etelä-Suomessa, vuoden ylin vedenkorkeus (HW) sattuu yleensä keväällä. Runsaat kesä- tai syyssateet saattavat kuitenkin nostaa veden vähäjärvisissä vesistöissä kevätylivettä korkeammalle. Vuoden ylin vesi saattaa olla myös syksyllä tai alkutalvesta, jos kesällä ja syksyllä on satanut runsaasti.

Jääpatotulvien seurauksena vesi voi nousta jokien varsilla useita metrejä hyvinkin nopeasti. Lisäksi jäiden työntyminen maalle voi aiheuttaa vahinkoja. Jääpatojen muodostumisriski on suuri silloin, kun lumi sulaa nopeasti eivätkä joen jäät ole ehtineet haurastua. Suppo- eli hyydetulvia esiintyy pakkasella uoman ollessa avoin, yleensä alkutalvesta. Jääpatotulvien ennustaminen on vaikeaa. Kuvassa 2 on esimerkkejä vesistöjen vedenkorkeuskäyristä erilaisissa vesistöissä ja eri tulvatyypeillä.

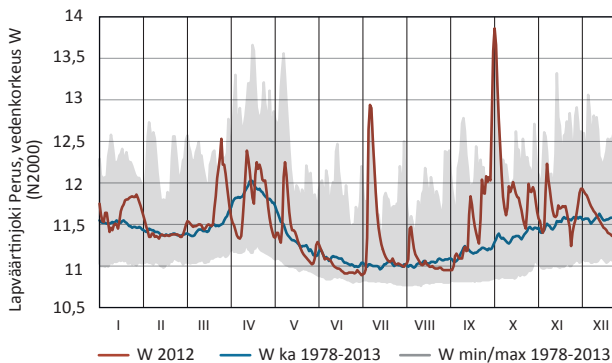
Suomessa on tehty järjestelmällisiä vedenkorkeushavaintoja 1840-luvulta alkaen. Tällä havaintojaksolla suurin kesätulva esiintyi vuonna 1899. Tulva oli seurausta useasta sateisesta vuodesta, lumisesta talvesta ja erittäin sateisesta kesästä ja kosketti laajoja alueita Suomessa. Tuolloin muun muassa Vuoksen, Kymijoen ja Kokemäenjoen vesistöissä esiintyneen tulvan toistumisajaksi on arvioitu vähintään 250 vuotta (eli vuotuinen todennäköisyys alle 0,4 %). Tulvavedenkorkeudet olivat keskivedenkorkeuksien yläpuolella Päijänteessä 192 cm, Kallavedessä 155 cm, Vanajavedessä 200 cm, Tampereen Pyhäjärvestä 244 cm ja Saimaalla 186 cm¹. Esimerkiksi Saimaalla vedenkorkeus oli yli metrin ylempänä kuin missä viimeaikaiset tulvahuiput ovat käyneet. Saimaan ylimpiä tulvia on tosin 1950-luvulta lähtien alennettu lisäjuoksutuksilla. Useimmilla muilla suurilla järvillä on tulvakorkeuksia alennettu säännöstelyllä.

Suomessa on koettu viimeaikoina useita erityyppisiä tulvia. Esimerkiksi kesällä 2004 kasvoivat virtaamat Vantaajoen vesistöalueen uomissa jatkuvien rankkasateiden seurauksena ajankohtaan nähden ennätyksellisen suuriksi. Vuoden 2005 toukokuun lopussa olivat lumen sulamisesta aiheutuneet Lapin tulvat poikkeuksellisen rajuja. Tulvavahingot olivat Kittilän keskustan ja Ylä-Ounasjoen alueella 4,7 milj. euroa. Lokakuussa 2012 koettiin Etelä-Pohjanmaalla sekä Satakunnan pohjoisosissa raju tulva, joka johtui laajan matalapaineen aiheuttamasta useita päiviä kestäneestä sadejaksosta. Kymmenessä vuorokaudessa satoi noin 110-120 millia, joka vastaa lähes kahden kuukauden tavanomaista määrää. Useat joet nousivat ennätyskorkealle. Huhtikuussa 2013, myöhään mutta epätavallisen nopeasti ja laaja-alaisesti alkanut terminen kevät yhdessä paksujen jokijäiden kanssa aiheutti eri puolilla Suomea pahoja ja äkillisiä tulvia.

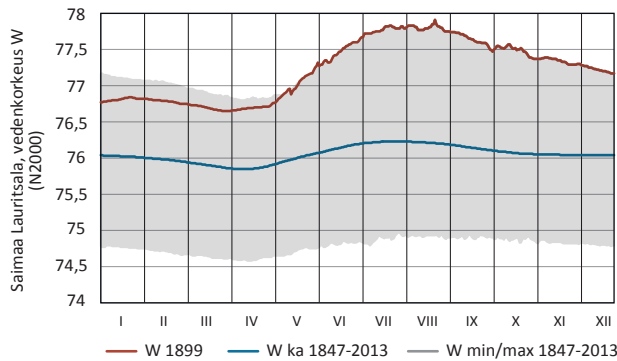
¹ Päijänteessä 192 cm vastaa tasoa Kalkkinen ylä (havainnot v. 1879-1965) 80,53 m N2000 (80,26 N60), Kallavedessä 155 cm vastaa Konnus ylä (1864-2012) 83,51 m N2000 (83,08 NN), Vanajavedessä 200 cm vastaa Valkeakoski ala (1870-1995) 81,80 m N2000 (81,50 N60), Tampereen Pyhäjärvestä 244 cm vastaa Pynikki (1878-1995) 79,83 m N2000 (79,52 N60) ja Saimaalla 186 cm vastaa Lauritsala (1847-2012) 77,91 m N2000 (77,71 N60).



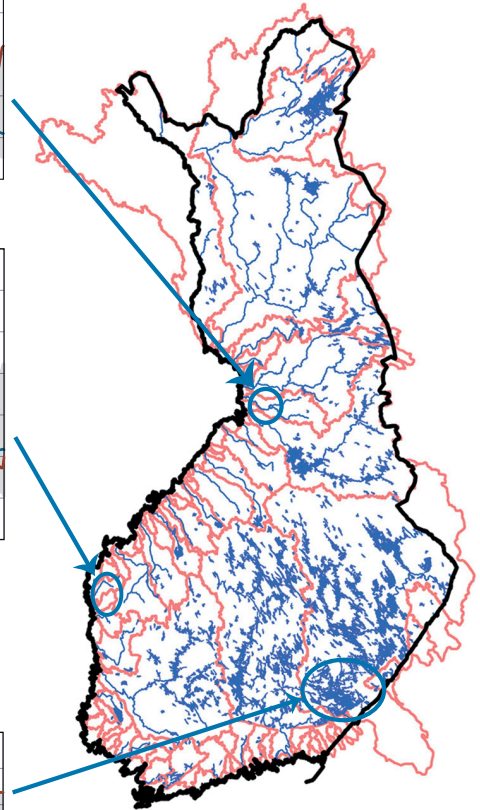
Kiiminkijoen Nuorittajoen aseman havaintoja vuoden 2013 kevään yhdistetyssä lumensulamis- ja jääpatotulvatilanteessa. Vedenkorkeus nousi pari metriä alle yhdessä päivässä. Kuvaaja on tyypillinen kevättulville jokivesistöissä.



Vuoden 2012 havainnot Lapväärtinjoen Peruksesta. Lokakuun tulva aiheutui useita päiviä jatkuneesta runsaasta sateesta sekä valmiiksi kosteasta maaperästä. Tulvahuippu oli muutaman päivän pituinen. Vedenkorkeuden vaihtelut ovat äkillisiä myös muina ajankohtina kyseisenä vuonna. Kuvaaja edustaa tyypillistä vähäjärvisä jokea.



Vuoden 1899 tulvan vedenkorkeudet Saimaalla Lauritsalan havaintoasemalla. Vedenkorkeuden muutos on hyvin hidas ja seurausta useasta sateisesta vuodesta, lumisesta talvesta sekä runsaista sateista. Suurien järvesistöjen tulvat ovat tyypillisesti tämän kuvaajan mukaisia.

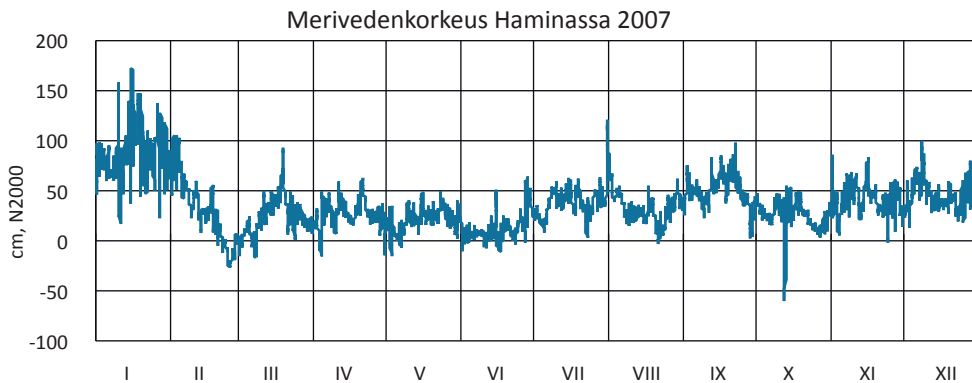


Kuva 2. Vedenkorkeuskuvaajia eri vesistötulvatyypeistä. (lähde: SYKE)

Merivesitulvat

Itämeren rannikolla vedenkorkeuden nopeat muutokset aiheutuvat ennen kaikkea kovista tuulista ja ilmanpaine-eroista sekä Itämeren vedenpinnan edestakaisesta ominaisheilahtelusta, *seichestä*. Vuoroveden vaikutus Itämerellä on pieni, vain kymmenkunta senttimetriä. Viikkojen ja kuukausien mittaisia vaihteluita aiheuttaa se, että Itämeri on vain kapeiden ja matalien Tanskan salmien kautta yhteydessä Pohjanmereen. Sopivan suuntaiset tuulet salmien alueella voivat pitää Itämeren pintaa useita viikkoja valtameren pintaa korkeammalla. Pahan merivesitulvatilanteen edellytys on aina usean tekijän (Itämeren kokonaisvesimäärä, tuuli, ilmanpaine, ominaisheilahtelu) yhteisvaikutus.

Merivesitulvat ovat vesistötulviin nähden hyvin lyhytkestoisia tapahtumia. Kuvassa 3 on havainnollistettu merivedenkorkeuden muutokset vuoden aikaskaalassa, jolloin merivesitulvien ja vesistötulvien (Kuva 2) ero nähdään hyvin.

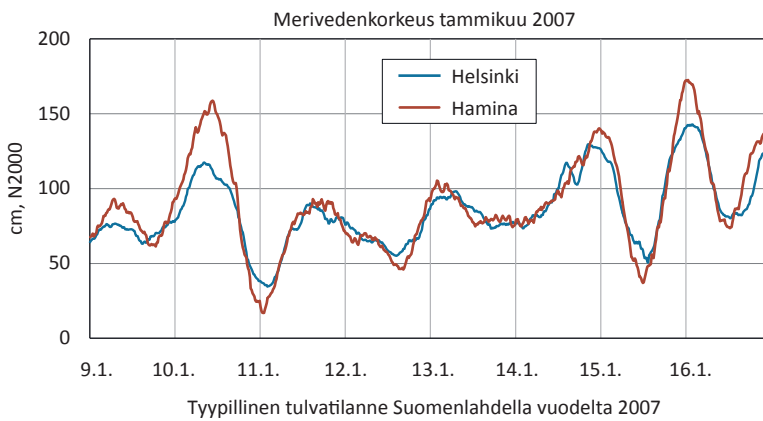
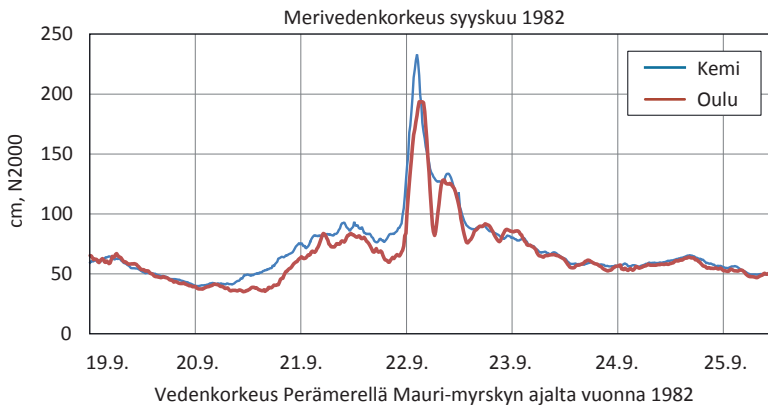
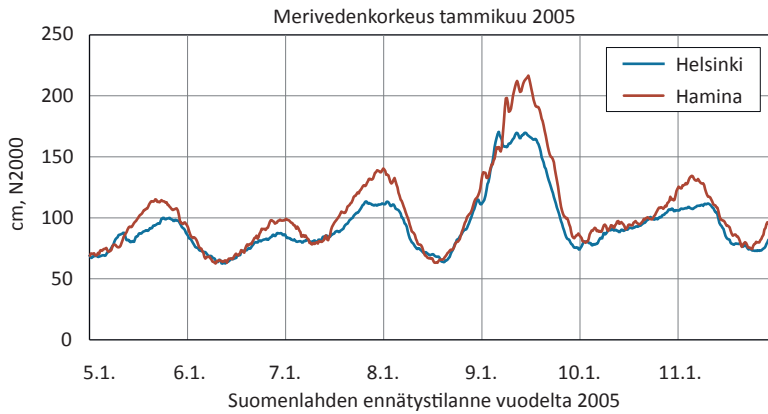


Kuva 3. Vedenkorkeuden vaihtelu Haminan mareografilla vuonna 2007. (Lähde: IL)

Mareografeja eli vedenkorkeuden mittausasemia on Suomen rannikolla 13 paikakunnalla Kemistä Haminaan. Jatkuvia mittauksia on tehty pisimmillään vuodesta 1887 alkaen ja lyhimmilläänkin vuodesta 1933.

Loppiaisenä 2005 merivesi nousi Suomenlahdella ennätyslukemiin ja silloinen Merentutkimuslaitos antoi historiansa ensimmäisen tulvavaroituksen. Esimerkiksi Helsingissä vedenkorkeus nousi teoreettisen keskiveden suhteen tasolle +151 cm ja Haminassa tasolle +197 cm joka oli 31 cm aikaisempaa ennätystä suurempi². Ennätystilanne on esitetty kuvassa 4. Helsingissä tulva oli myös harvinaisen pitkäkestoinen

² Teoreettinen keskivesi +151 cm vastaa lukemaa +170 cm N2000 tasossa ja +197 cm lukemaa +216 cm.



Kuva 4. Esimerkkejä merivesitulvista. (lähde: IL)

ja pysyi useita tunteja ennätyskorkealla. Tämän hetken tietojen perusteella tehdyn toistuvuustarkastelun mukaan vastaavan tulvan toistuvuus olisi keskimäärin noin kerran kolmessakymmenessä vuodessa.

Syyskuussa 1982 Mauri-myrskyn seurauksena vedenpinta nousi Perämeren pohjoisosissa ennätyslukemiin. Tällöin Kemissä teoreettisen keskiveden suhteen mitattu vedenkorkeus, + 201 cm (+233 cm N2000), on suurin Suomen rannikolla mitattu merenpinnan korkeus. Kuvassa 4 on esitetty Mauri-myrskyn aiheuttama nopea vedenkorkeuden nousu Kemissä ja Oulussa. Tänä aikana merenpinta nousi nopeimmillaan Kemissä 47 cm tunnissa ja Oulussa 52 cm tunnissa.

Mauri-myrskyn ja vuoden 2005 loppiaisen ennätystilanteet ovat tavanomaisesta poikkeavia. Alimpana kuvassa 4 on esitetty tyypillinen tulvatilanne Suomenlahdella. Talvimyrskyn seurauksena vedenkorkeus nousi Haminassa noin 100 cm ja Helsingissä noin 60 cm. Kuvasta on myös havaittavissa Itämeren kokonaisvesimäärän kasvaminen talvimyrskyn jälkeen. Toinen matalapaine nostatti vedenkorkeuden lähelle ennätystasoa tammikuun 16. ja 17. välisenä yönä.

Suurimmat merivedenkorkeuden arvojen vaihtelut ovat Perämeren ja Suomenlahden pohjukoiissa. Merivedenkorkeuden vaihtelut ovat myös suurempia pienten merenlahtien pohjukoiissa kuin mareografien kohdalla. Merenpinnan ääriarvot ovat kasvaneet 1900-luvulla, ja ne saattavat edelleen kasvaa mm. Itämeren kokonaisvesimäärän kasvaessa ja Itämeren jääpeitteen vähentyessä.

3.2

Tulvien aiheuttamat vahingot

Tulvariskillä tarkoitetaan tulvan esiintymisen todennäköisyyden ja tulvasta mahdollisesti aiheutuvien seurauksien yhdistelmää. Tulvariski voidaan määritellä myös seuraavan kaavan mukaisesti: $Tulvariski = Todennäköisyys \times Seuraukset$, jossa $Seuraukset = Vaara \times Haavoittuvuus$. Tulvasta voi aiheutua vahingollisia seurauksia esimerkiksi ihmisten terveydelle, turvallisuudelle, ympäristölle, infrastruktuurille, taloudelliselle toiminnalle ja kulttuuriperinnölle. Tulvavaaraan vaikuttavat tulvan peittävyys, vesisyvyys, virtausnopeus, kesto, tulvaveden nousunopeus, ajankohta ja tulvaveden saastuneisuus tai suolaisuus. Haavoittuvuudella tarkoitetaan alttiutta tulvavahingoille sekä tulvan mahdollisesti aiheuttamien haitallisten vaikutusten suuruutta.

Tulvasta aiheutuvat vahingot voivat olla välittömiä tai välillisiä. Välittömät vahingot aiheutuvat ihmisten, omaisuuden ja ympäristön välittömästä kosketuksesta tulvaveden kanssa (esim. rakennuksen kastuminen). Välillisiksi tulvavahingoiksi luetaan puolestaan ne vahingot, jotka aiheutuvat vaikkapa taloudellisen toiminnan keskeytymisestä, liikenteen häiriöistä ja pelastustoiminnasta (esim. tilapäismajoitus rakennuksen korjaustöiden aikana). Lisäksi tulvavahingot voidaan jakaa aineellisiin ja aineettomiin (Taulukko 2). Aineelliset vahingot voidaan lähes aina arvioida rahassa. Aineettomia vahinkoja ovat vahingot, joiden kohdalla ei voida määrittää objektiivista arviointiperustetta.

Taulukko 2. Aineelliset, aineettomat, suorat ja epäsuorat tulvavahingot. (Messner ym. 2006)

	Aineellinen	Aineeton
Välitön	<ul style="list-style-type: none"> • rakennukset • irtaimisto • infrastruktuuri 	<ul style="list-style-type: none"> • ihmishengen menetys • vaikutukset terveyteen
Välillinen	<ul style="list-style-type: none"> • tuotannon keskeytys • pelastustoimen kustannukset • liikennehäiriöt 	<ul style="list-style-type: none"> • tulvan jälkeiset seuraukset • toipuminen tulvatilanteesta

3.2.1

Tulvien aiheuttamat aineelliset vahingot Suomessa

Rahallisesti arvioituna Suomessa tapahtuneiden vesistötulvien aiheuttamista aineellisista vahingoista maksetut korvaukset ovat vuosina 1995–2012 olleet keskimäärin noin 0,7 miljoonaa euroa vuodessa, mutta vuosien välinen vaihtelu on ollut suurta. 2000-luvulla on kuitenkin sattunut useina vuosina tulvia, joiden vahingot ovat olleet selvästi keskimääräistä suurempia. Korvauksia on maksettu valtion varoista poikkeuksellisten vesistötulvien aiheuttamien vahinkojen korvaamisesta annetun lain perusteella. Kaikki vahingot eivät ole kuuluneet korvausten piiriin ja osa vahingoista on voitu korvata myös vakuutusten kautta.

Laissa tarkoitetut poikkeuksellisten vesistötulvien yksityisille omistajille korvattut vahingot ovat vuodesta 1995 lähtien olleet yhteensä likimäärin 11 miljoonaa euroa (Taulukko 3). Korvauksia on haettu yhteensä reilun 20 miljoonan euron edestä. Lain mukaan hyväksytyistä vahinkohakemuksista on maksettu korvauksina 80 %. Myönnettyjen korvausten suuruus on ollut keskimäärin noin 6000 €. Näiden lisäksi vahinkoja on voitu korvata vakuutuksista.

Taulukossa 3 ei ole mukana kaikki vesistötulvavahingot, sillä siitä puuttuvat valtiolle, kunnille ja yhtiöille aiheutuneet vahingot. Laki myös rajaa korvattavat vahinkotyyppit ja lisäksi laki koskee vain ns. poikkeuksellisia tulvia. Myöskään merenrannan vahinkoja ei ole luettu mukaan näihin vahinkoihin. Korvattavaksi hyväksytyjen vahinkojen todellinen määrä on suurempi, koska laki on korvannut vain 80 % hyväksytystä vahingosta. Lisäksi kaikista vahingoista ei ole haettu korvauksia tai ne on korvattu vakuutusten kautta. Vuosina 2010–2011 tulvavahinkoja on korvattu vakuutusten kautta yhteensä 2,2 miljoonaa euroa (Finanssialan Keskusliitto, 2013). Maa- ja metsätaloudelle aiheutuneita vahinkoja on korvattu satovahinkolain kautta ja yksityisille teille aiheutuneita vahinkoja yksityisiä teitä koskevan lain (358/1962) perusteella.

Toistaiseksi pahimmat tulvavahingot 2000-luvulla ovat aiheutuneet rankkasateesta. Porissa 16.8.2007 sattunut hulevesitulva aiheutti kiinteistöille, irtaimistoille ja kulkuneuvoille jopa 20 miljoonaa euron vahingot (Tulvariskityöryhmä, 2009). Kolmen tunnin aikana satoi pahimmillaan 20 % vuotuisesta sadannasta. Vesistötulvistä on kuitenkin aiheutunut lähes yhtä suuria vahinkoja viime vuosina. Kevään 2005

Taulukko 3. Poikkeuksellisista tulvista yksityisille korvatut vahingot sisävesien rannoilla v. 1995–2012 vuoden 2012 hintatasossa. (Lähde: tulvavahinkolain perusteella maksetut vahinkokorvaukset maa- ja metsätalousministeriön tietopalvelukeskuksen Tiken tulvavahinkokorvaustietokannasta. Tiedot vahinkokohteesta on tallennettu vasta vuodesta 2004 alkaen.)

Vahinkokohte ja myönnetty korvaus (milj. €)					
Hakuvuosi	Asuinrakennusvahinko	Vapaa-ajan rakennusvahinko	Kotitalousirtaimistovahinko*	Muut vahingot **	Vahingot yhteensä
1995					0,003
1996					0,11
1997					0,06
1998					0,06
1999					0,36
2000					0,53
2001					0,16
2002					0,16
2003					0,01
2004	3,13	0,26	0,21	1,73	5,32
2005	2,39	0,89	0,03	0,62	3,93
2006	0,25	0,09	0,01	0,10	0,45
2007		0,02			0,02
2008				0,02	0,02
2009		0,05		0,03	0,09
2010				0,01	0,01
2011	0,04			0,01	0,06
2012	0,29	0,29	0,03	0,64	1,25
yhteensä	6,11	1,60	0,28	3,16	11,14

* Lain mukaan on korvattu vain välttämätön kotitalousirtaimisto, joten todelliset irtaimistovahingot voivat olla huomattavasti suurempia. Vuosina 2004-2012 haetuista irtaimistovahingoista on korvattu vain kolmannes.

** Muut vahingot sisältävät maa- ja metsätaloudelle satovahinkolain ulkopuolelta korvatut vahingot, tie-, silta-, penger- ja ojavahingot, tuotantorakennusvahingot ja tuotevahingot sekä muut rakennusvahingot ja muut kustannukset.

Kittilän alueen tulvavahingoiksi arvioitiin 4,7 miljoonaa euroa, vuoden 2012 kesä- ja syystulvien tulvavahingoiksi laskettiin yhteensä noin 10 miljoonaa euroa ja vuoden 2013 kevättulvien vahingot olivat koko maassa noin 5 miljoonaa euroa. Suuri osa näistä on rakennusvahinkoja, joskin kesän 2012 tulvista aiheutui myös huomattavia maatalousvahinkoja (Kuva 5). Loppiaisena 2005 sattuneen merivesitulvan vahingot arvioitiin noin 12 miljoonan euron suuruiseksi (Tulvariskityöryhmä, 2009) (Kuva 6).

Rakennusvahinkojen osuus kaikista vesistötulvavahingoista vaihtelee huomattavasti vuosittain. Suurimmat rakennusvahingot ovat aiheutuneet keväällä jokien



Kuva 5. Lapväärtin Isojoen tulvaa 2012. Kuva: Unto Tapio.



Kuva . Tammikuun 2005 merivesitulva Kauppatorilla Helsingissä. Kuva: Riku Lumiaro.

varsilla jääpatotulvien tai lumen sulamistulvien seurauksena. Toisaalta korkeilla kesätulvilla vahingot ovat yleensä kohdistuneet alaville peltoalueille, ja rakennusvahingot ovat jääneet varsin vähäisiksi. Koska havaintovuosien tulvat ovat olleet erilaisia eikä niihin ole kuulunut todellisia suurtulvia, ei vahinkotietojen perusteella voi tehdä päätelmiä eri vahinkoryhmien osuuksien muuttumisesta tarkastelujaksolla.

Suorien omaisuusvahinkojen lisäksi tulvat aiheuttavat epäsuoria vahinkoja muun muassa taloudellisen toiminnan keskeytymisestä, liikenteen häiriöistä ja pelastustoitinnasta. Epäsuorien ja aineettomien vahinkojen arvioiminen on kuitenkin hankalaa ja siksi niitä ei tyypillisesti ole edes pyritty arvioimaan.

3.2.2

Erilaisten rakennusten alttius tulvavahingoille

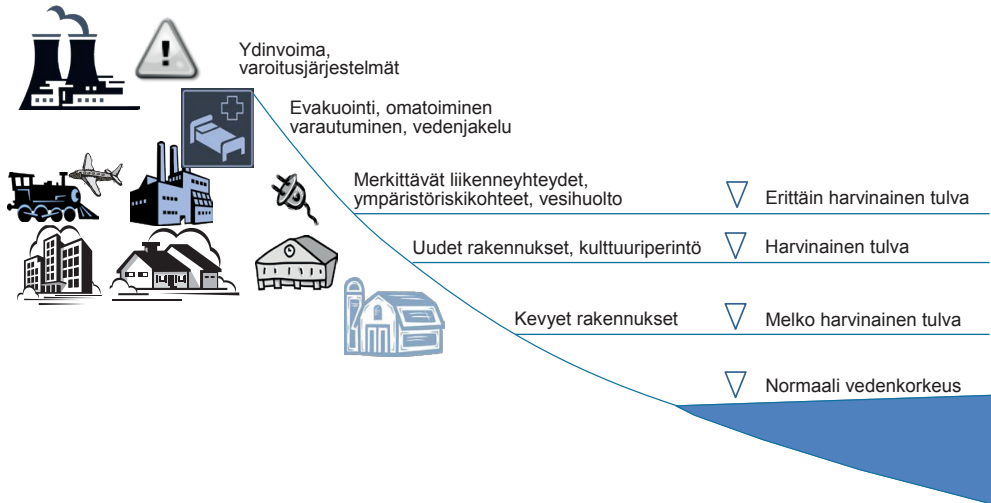
Tulvista saattaa aiheutua vahinkoa erilaisille rakennuksille, rakenteille ja maankäyttömuodoille. Yleensä tulvan noustessa vahinko kohdistuu ensimmäisenä peltoviljelyyn, koska pellot sijaitsevat usein vesistöjen varsilla ja voivat ulottua lähelle vesistöä. Tulvan edelleen noustessa alkaa vahinkoja syntyä erilaisille rakennuksille ja rakenteille, esim. vapaa-ajan asunnoille ja myös matalalle rakennetuille, ympärivuotisessa käytössä oleville asuinrakennuksille. Vahinkoja voi aiheutua myös mm. vesi- ja viemäriverkolle sekä -laitoksille, teille ja silloille. Suuremmilla tulvilla vahinkoja alkaa aiheutua myös esimerkiksi teollisuuslaitoksille.

Tulvan korkeuden ohella myös sen kestolla ja esiintymisajankohdalla on vaikutusta vahinkojen suuruuteen. Jo lyhytaikainen tulva aiheuttaa suuria vahinkoja asuinrakennuksille, muun muassa alapohjan eristeiden kastumisen vuoksi. Keväällä jäämassat saattavat aiheuttaa vahinkoa rakennukselle, vaikka itse rakennus ei kastuisikaan. Talvitulvatilanteissa rakennukseen levinnyt tulvavesi voi jäätyessään aiheuttaa suuria vahinkoja. Myös merivesi voi aiheuttaa tavallista suolatonta vettä suurempaa vahinkoa mm. rakenteiden ruostumisen takia. Keinoista vähentää rakennusten tulvahaavoittuvuutta on kerrottu luvussa 10.

Haavoittuvimmat rakennukset, esimerkiksi sairaalat, tulisi riskien minimoimiseksi sijoittaa niin ylös keskivedenpinnasta, että ne eivät kastu erittäin harvinaisellakaan tulvalla. Myös yhteiskunnan toimintojen kannalta tärkeät kohteet kuten isot teollisuus- ja voimalaitokset pitäisi sijoittaa tulvan ulottumattomiin.

Tulvariskien hallinnan suunnittelussa valtakunnallisina tavoitteina ovat tulvariskien vähentäminen, tulvista aiheutuvien vahingollisten seurausten ehkäisy ja lieventäminen sekä tulviin varautumisen edistäminen (Tulvariskilaki 620/2010). Tavoitteet asetetaan tätä tarkemmin alueellisessa suunnittelussa, jossa ne konkretisoituvat. Tavoitteiden asettamisessa otetaan huomioon erilaiset riskien hallinnan näkökohdat, kuten tulvien ehkäisy, tulvasuojelu ja valmiustoimet sekä erityisesti riskialueen alueelliset ja paikalliset olosuhteet.

Tulvariskien hallinnan suunnittelun yhteydessä on laadittu esimerkkejä tulvilta suojautumisen tavoitetasoiksi eri rakennustyypeille. Esimerkit (Kuva 7, Taulukko 4) perustuvat maa- ja metsätalousministeriön ja tulvariskien hallinnan koordinoitiryhmän laatimaan muistioon (MMM, 2012). Alueelliset tulvaryhmät ovat hyödyntäneet näitä valtakunnallisia esimerkkejä asettaessaan tulvariskien hallinnan tavoitteita merkittäville tulvariskialueille.



Kuva 7. Erilaisille rakennustyypeille suositeltavia tulvilta suojautumisen tasoja.

Taulukko 4. Esimerkkejä tulvilta suojautumisen alimmista tavoitetasoista toistuvuuksina ilmaistuna. Tavoitetason määrittämiseen vaikuttavat rakentamisen käyttötarkoituksen lisäksi mm. alueelliset olosuhteet ja evakuointimahdollisuudet. Taulukossa esitetyt tavoitetasot ovat suuntaa antavia esimerkkejä, joita voidaan hyödyntää tulvariskien hallinnan suunnittelussa. Toistuvuuksiin tulee lisätä mm. vesistön ominaispiirteistä ja aaltoiluvaramasta johtuva harkinnanvarainen lisäkorkeus luvussa 6 esitetyn mukaisesti.

Tulvan taso	1/50	1/100	1/250	1/1000
Sairaala				
Terveyskeskus				
Vanhainkoti / hoitolaitos				
Päiväkoti, koulu				
Valtatie ja kantatie				
Seututie ja yhdystie				
Paikallistie				
Rautatie				
Energia- ja tietoliikenneyhteydet				
Vedenottamot ja jäteveden puhdistuslaitokset				
Teollisuusalue				
Toimisto- ja liikerakennusalue				
Varastorakennusalue				
Asuinrakennus				
Asuntoalue				
Loma-asunto				
Kevyt rantarakennelma				

Tulvien aiheuttamia vahinkoja voidaan arvioida joko tutkimalla kohteille jo aiheutuneita vahinkoja tai käyttämällä apuna malleja. Tapahtuneista tai mallinnetuista vahingoista voidaan muodostaa vahinkofunktioita, joilla voidaan esittää tulvariski-kohteelle ennustettu euromääräinen vahinko esimerkiksi tulvaveden syvyyden tai tulvan keston funktiona (mm. Silander ja Parjanne 2012). Vahinkoja voidaan ennustaa interpoloimalla ja ekstrapoloimalla vahinkofunktion kuvaajaa. Tällä tavoin voidaan arvioida alueen tulvariskipotentiaalin lisäksi myös tulvariskien hallinnan toimenpiteillä saavutettavia kustannushyötyjä vertaamalla nykyistä tai tulevaa vedenkorkeus-tasoa toimenpiteellä mahdollisesti saavutettavaan tasoon.

3.3

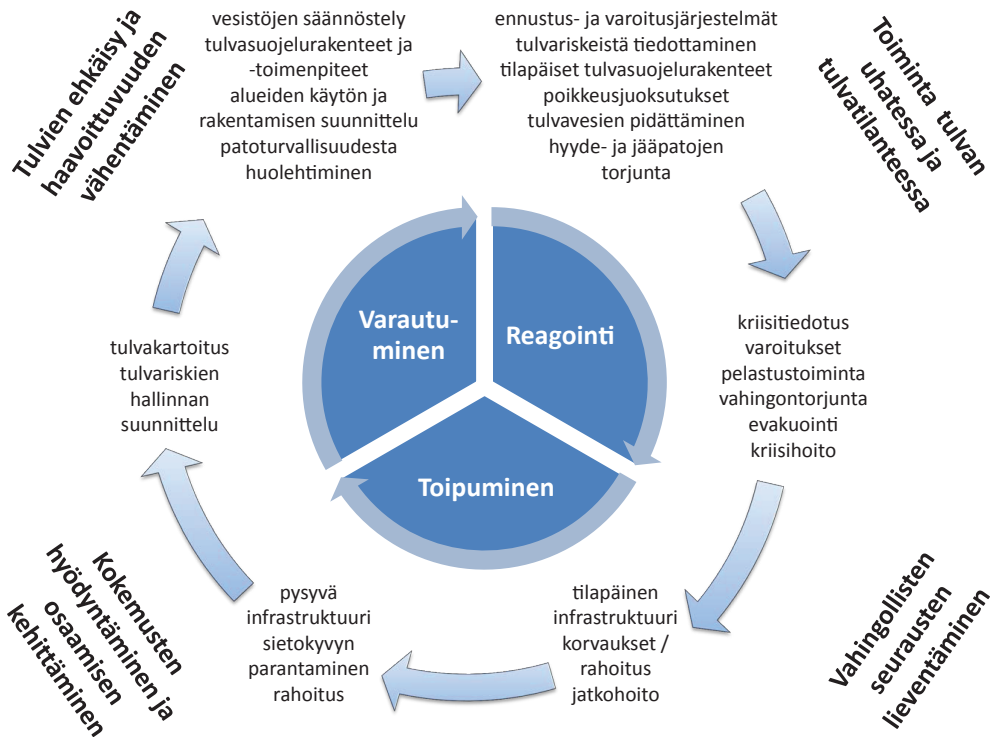
Tulvariskien hallinta

Tulvariskien hallinnalla tarkoitetaan kaikkia sellaisia toimenpiteitä, joilla pyritään arvioimaan ja pienentämään tulvariskejä sekä estämään tai vähentämään tulvista aiheutuvia haitallisia seurauksia. Tulvariskien hallinta käsittää siten tulviin varautumisen sekä tulvasuojeluun ja tulvantorjuntaan tähtäävät toimenpiteet. Tulvariskien hallinnan kokonaisuuteen kuuluvia osioita on havainnollistettu kuvassa 8.

Tulvariskien hallinta on Suomessa perinteisesti keskittynyt tulvasuojeluun, mutta viime vuosikymmeninä tulvariskien ehkäisy ja muut tulvariskien hallinnan toimenpiteet ovat kehittyneet ja sitä kautta niiden osuus on korostunut. Tulvasuojelun painopiste on siirtynyt hiljalleen maataloudesta taajamien suojaamiseen. Erityisesti erilaisten ei-rakenteellisten menetelmien yleistymisen ja suosimisen tulvien ehkäisyssä on yleistynyt. Tulvariskien hallinnan suunnitteluvastuu on tulvariskilain (620/2010) mukaan vesistö- ja merivesitulvien osalta ELY-keskuksilla ja hulevesitulvien osalta kunnilla.

Tulvariskien hallinnan tärkeä osa-alue on varautuminen tulviin. Keskeisenä keinona on tulvariskien huomioon ottaminen alueiden käytön suunnittelussa, rakentamisen ohjauksessa ja rakentamisessa. Tällä tavoin pystytään ehkäisemään uusien tulvariskikohteiden syntyminen ja mahdollisesti pitkällä aikavälillä vähentämään tulvasuojelun ja tulvatilannetoiminnan tarpeita ja kustannuksia.

ELY-keskukset osallistuvat maankäytön suunnitteluun esimerkiksi ohjaamalla kuntien kaavoitusta ja huolehtimalla muutenkin viranomaisyhteistyöstä kuntien kanssa. ELY-keskuksia merkittävämpi rooli tulvariskien ehkäisemisessä maankäytön ja rakentamisen keinoin on kuitenkin alueiden käytön suunnittelusta ja rakentamisen ohjauksesta vastaavilla viranomaisilla. Luvussa 2 kuvatun mukaisesti säädökset ja muut ohjauskeinot edellyttävätkin, että valtion ja kuntien viranomaisten sekä maakunnan liittojen on soveltuvin osin otettava toiminnassaan huomioon tulvariskien hallintasuunnitelmat.



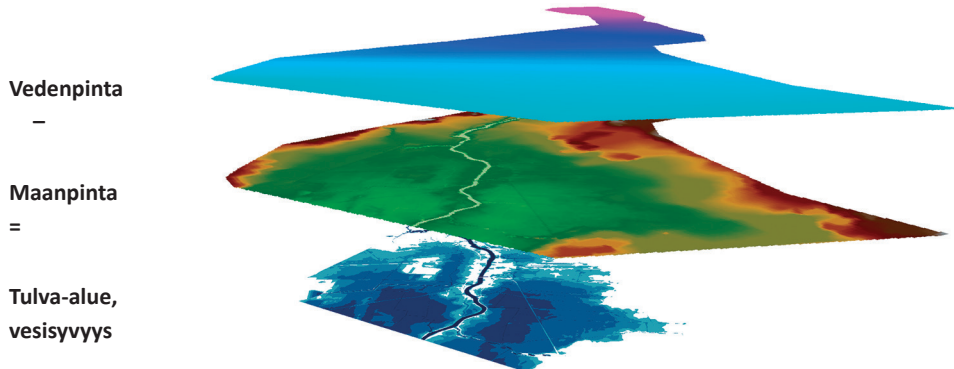
Kuva 8. Tulvariskien hallinta.

3.3.1

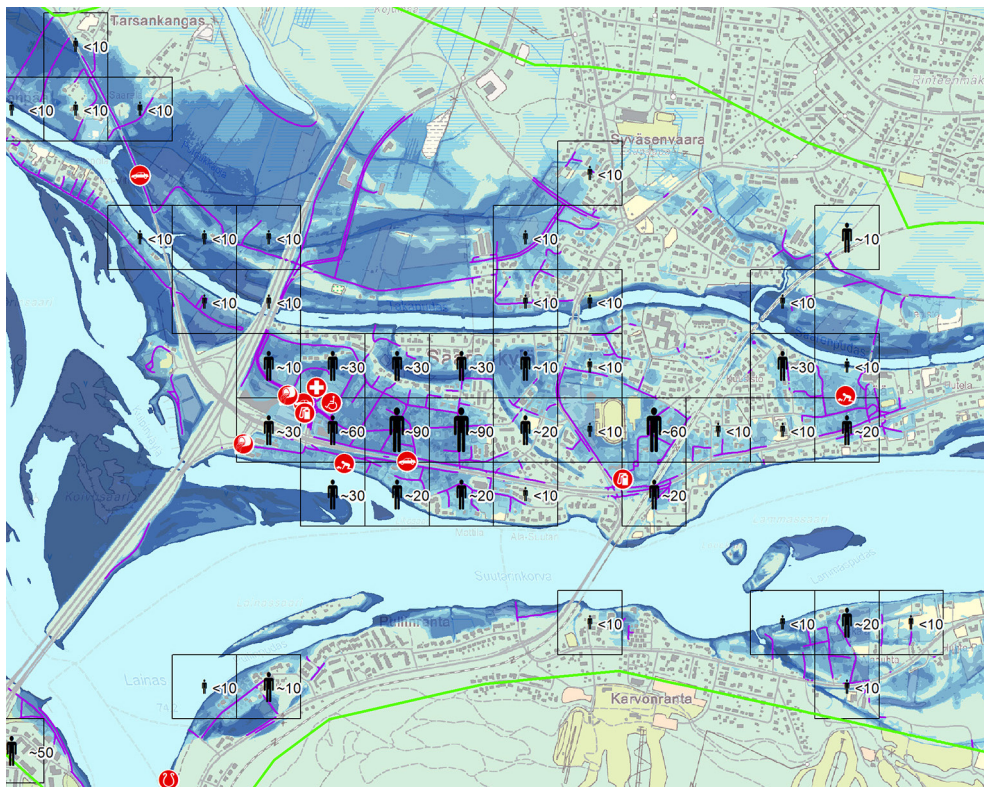
Tulvavaara- ja tulvariskikartat

Tulvakartat muodostavat perustan tehokkaalle tulvariskien hallinnalle. Karttapohjainen tieto tulvavaarasta, -haavoittuvuudesta ja -riskistä on välttämätöntä tulvariskien hallintatoimissa. Tulvavaarakartoilla lisätään viranomaisten ja kansalaisten tietoisuutta tulvavaara-alueista. Tulvakarttoja voidaan käyttää apuna mm. alueiden käytön suunnittelussa, pelastustoiminnassa ja tiedottamisessa.

Tulvavaarakartalla esitetään tulvan laajuus ja vesisyvyys karttapohjalla tietyllä todennäköisyydellä (Kuva 9). Tulvavaarakarttoja käyttäen voidaan suunnitella maankäyttöä järkevästi ja ohjata rakentamista tulvavaara-alueiden ulkopuolelle. Paikkatietojärjestelmissä tulvavaarakartat voidaan yhdistää vahinkoalttiutta (haavoittuvuutta) kuvaavien aineistojen kanssa, esim. asukkaiden määrä, ympäristöriskikohteet, infrastruktuuri ja kulttuuriperintö. Näin saadaan esitettyä tulvan aiheuttamat vahingolliset seuraukset eli tulvariskikartta (Kuva 10). Tulvariskikarttoja on laadittu lähinnä merkittäviltä tulvariskialueilta.



Kuva 9. Tulvavaarakartan laatimisperiaate. Tulva-alue saadaan määritettyä vesisyvyyksineen vähentämällä vedenpinnan korkeusmallista maanpinnan korkeusmalli. Tulvan peittämää aluetta ovat alueet, joilla erotus on positiivinen. (Sane ym., 2006)



Kuva 10. Esimerkki tulvavaara- ja tulvarisikikartasta. Kartassa on esitetty toistuvuudeltaan tietyn suuruisen tulvan vesisyvytydet tulvavaaravyöhykkeittäin eri sinisävyjä käyttäen (tässä 1/100a). Vaalein sininen kuvaa matalinta tulva-alueita ja tummin sininen syvintä tulva-alueita. Kartassa on kuvattu myös tulvavaara-alueelle sijoittuvaa asukasmäärää riskiruudittain. Mitä suurempi ihmissymboli, sitä suurempi asukasmäärä ruudun alueella asuu. Erityiskohteet on esitetty punaisilla symboleilla ja tulvan peittämät tiet on korostettu lilalla. Lisätietoja: www.ymparisto.fi/tulvakartat. ©SYKE, ELY-keskukset © MML ©LIV/Digiroad.

Tulvavaarakartoitus on valmistunut vuoden 2013 loppuun mennessä lähes sadalta joki- ja järvalueelta maan eri osissa. Tulvavaarakarttoja on laadittu lisäksi noin kymmeneltä alueelta meren rannikolla. Tyypillisesti tulvavaarakartat on laadittu Suomessa toistuvuusajoin kerran 20, 50, 100, 250 ja 1000 vuodessa. Uusimmista kartoituksista on saatavilla myös pienempien, yleisempien tulvien tulvavaarakarttoja. Kullakin tulvakartoitetulla alueella on mallinnettu tulvia yhdellä tai useammalla eri toistuvuusajalla. Tulvakartoituksista ovat vastanneet pääasiassa ELY-keskukset, mutta myös jotkin kunnat ovat tehneet omia tulvavaarakarttoja esimerkiksi kaavoitusta varten.

Tulvavaarakarttoja on laadittu lähinnä vesistötulville avovesitilanteessa (jääpatoja ei ole huomioitu) sekä meritulville. Lisäksi saatavilla on joitakin jäistä aiheutuvien tulvien tulvakarttoja. Osassa kartoista on huomioitu myös ilmastonmuutoksen vaikutus.

Tulvavaarakartta koostuu tulvavaaravyöhykkeistä, joissa on kuvattu veden syvyys vyöhykkeittäin (0-0,5 m, 0,5-1 m, 1-2 m, 2-3 m ja yli 3 m). Tämän lisäksi on saatavilla sekä karttatasot tulvakartoitettujen alueiden rajoista, että tulvavaaravyöhykkeitä vastaavista vedenkorkeuksista.

Tulva-alueen määrittäminen tehdään vedenkorkeuksia ja maanpinnan topografian kuvaavaa korkeusmallia käyttäen (Kuva 9). Haasteena on harvinaisten, suurten tulvien vedenkorkeuksien määrittäminen. Niiden arvioimiseen sisältyy monia epävarmuustekijöitä. Myös korkeusmallin tarkkuus vaikuttaa oleellisesti tulvakartoituksen tarkkuuteen. Mikäli käytössä ei ole tarkkaa korkeusmallia tai muuten riittävän tarkkaa aineistoa, tehdään kartoitus yleispiirteisemmin. Näillä ns. yleispiirteisillä tulvavaarakartoilla ei voida tehdä rakennuskohtaista tarkastelua, mutta niitä voidaan hyödyntää suunnittelussa esimerkiksi maakunta- ja yleiskaavatasolla.

3.3.2

Tulvasuojeltujen alueiden jäännösriski

Vesistöjen lähettyvillä tulvariskiä ei pystytä koskaan täysin poistamaan, vaan jäljelle jää aina vähintään erittäin pieni riski tulvan tapahtumisesta. Tällä jäännösriskillä tarkoitetaan niitä tulvan mahdollisia haitallisia vaikutuksia, joita ei voida tai joita ei kannata teknisistä tai taloudellisista syistä estää. Jäännösriski määrittää siten myös hyväksyttävän tulvalta suojautumisen tason. Kokonaan jäännösriskiä ei yleensä pystytä poistamaan esimerkiksi siitä syystä että kohteiden suojaaminen erittäin harvinaisia tulvia vastaan ei aina ole teknis-taloudellisesti mahdollista eikä yhteiskunnan kannalta kustannustehokasta.

Tulvavaara-alueille tai yksittäisille kohteille määritelty tulvasuojelutaso pyritään yleensä määrittämään siten, että keskimääräisellä vuositasolla tulvasuojelurakenteen rakennus- ja ylläpitokustannukset olisivat pienemmät kuin mahdollisesti tulvasuojelutason ylittävän tulvan aiheuttamat vahingot. Mahdollisesta tulvasta aiheutuvat kustannukset eivät kuitenkaan välttämättä kohdistu tulvasuojelun toteuttaneelle taholle eli riskinottajalle, vaan esimerkiksi kunnan rakentaman tulvasuojelupenkereen

pettäminen voi johtaa pengerrysalueen asukkaiden kärsimisiin taloudellisiin vahinkoihin. Lisäksi eri henkilöt tai ryhmät voivat kokea riskin eri tavoin, ja tulvan erilaisten vahingollisten seurausten vertailtavuus voi olla vaikeaa. Luonnollisesti myös hyväksyttävä riskitaso vaihtelee kohteittain. Näiden syiden takia hyväksyttävää tulvasuojelutasoa ja jäännösriskin suuruutta on arvioitava tapauskohtaisesti ja yhteistyössä eri toimijoiden sekä sidosryhmien kanssa.

Tulvasuojellun alueen asukkaat eivät aina ole tietoisia jäännösriskistä tai sen suuruudesta (mm. Waylen ym. 2011). Tämä on osittain seurausta siitä, että tulvan toistuvuuden arviointiin ja tulvasuojelun toimivuuteen liittyvien epävarmuuksien vuoksi on vaikeaa määritellä tulvasuojelutaso ja siten hyväksyttävä jäännösriski täysin tarkasti. Tulvat ovat epäsäännöllisesti toistuvia luonnonilmiöitä, joiden toistumista ei voida ennakoida, ja toistuvuus on käsitteenäkin vaikeasti hahmotettava tilastollinen lukuarvo. Lisäksi toteutetut tulvasuojeluratkaisut voivat lisätä asukkaiden turvallisuuden tunnetta, jolloin jäännösriski unohdetaan ja suojeluun luotetaan.

3.4

Tulvavahinkojen korvaaminen

Vuoden 2014 alussa siirryttiin valtioperusteisesta tulvavahinkojen korvaamisesta vakuutus pohjaiseen korvauskäytäntöön. Samalla laki poikkeuksellisten tulvien aiheuttamien vahinkojen korvaamisesta (284/1983) kumottiin. Tämän jälkeen rakennuksille tai rakennelmille ja niissä olevalle irtaimistolle vesistötulvista aiheutuvia vahinkoja korvataan tarjolla olevista vakuutuksista valtion varojen sijaan. Tulvaturvan sisältävät vakuutukset tarjoavat aiempaan verrattuna laajemman korvaussuojan, koska niistä korvataan vesistötulvien lisäksi merenpinnan noususta ja rankkasateista aiheutuvia tulvavahinkoja. Vahingonkärsijän kannalta tilanne paranee, kun korvauksen voi saada huomattavasti nykyistä nopeammin. Toisin kuin valtion korvausjärjestelmässä, myös pienet yritykset voivat saada vakuutuksista korvauksia.

Vakuutus pohjaisen korvausjärjestelmän taustalla on poikkeuksellisiin luonnononnettomuuksiin yleisesti sovellettu periaate, jonka mukaan vastuu omaisuudesta ja varautumisesta sille aiheutuviin vahinkoihin on ensisijaisesti omistajalla itsellään. Yksityisen kiinteistön omistajan harkittavaksi jää, millaisen vakuutusturvan hän katsoo tarpeelliseksi, ottaen huomioon että kunnilla ei ole lainsäädäntöön perustuvaa velvollisuutta korvata tulvavahinkoja.

Niillä vakuutusyhtiöillä, jotka ovat tuoneet markkinoille tulvaturvan, on vakiintumassa korvausrajaksi toistuvuudeltaan keskimäärin kerran 50 vuodessa tai harvemmin toistuva tulva (1/50a, todennäköisyys 2 %). Tätä yleisempien vesistö- ja merivesitulvien aiheuttamia rakennusvahinkoja ei siis näistä vakuutuksista välttämättä korvattaisi. Vakuutusyhtiöt tekevät korvauspäätöksen voimassa olevien vakuutusehtojen perusteella hyödyntäen Suomen ympäristökeskuksen (vesistötulvat) ja Ilmatieteen laitoksen (merivesi- ja rankkasadetulvat) antamia tulvan toistuvuuslausuntoja.

Aikaisemmin valtion maksamien tulvavahinkojen korvauskäytännöksi oli muodostunut poikkeuksellinen vesistötulva, jonka toistuvuus on keskimäärin kerran 20 vuodessa tai harvemmin (1/20a, todennäköisyys 5 %). Kyseinen käytäntö soveltuu esimerkiksi tulvista viljasadolle aiheutuviin vahinkoihin, mutta ei pysyville rakennuksille aiheutuviin vahinkoihin, muun muassa rakennuksen yli 20 vuotta odotettavissa olevasta elinkaaresta johtuen. Ensimmäiset valtakunnalliset suositukset rakennusten alimmista korkeuksista annettiin 1984, ja ne sisälsivät ohjeen varautua tätä harvinaisempiin tulviin. Paikallisia suosituksia on annettu jo tätä aikaisemmin.

Maatalousvahinkojen osalta satovahinkolain mukaista korvauskäytäntöä ollaan muuttamassa. Tulvavahinkolain tapaan satovahinkojen korvaaminen muuttuu vakuutus pohjaiseksi vuoden 2016 alusta. Yksityisille teille aiheutuvien vahinkojen korjaamiseen voidaan jatkossakin myöntää avustusta valtion varoista. Korvaamisen edellytyksenä on kuitenkin, että tulva on poikkeuksellinen. Arvion tulvan poikkeuksellisuudesta tekee alueellinen ELY-keskus yhteistyössä Suomen ympäristökeskuksen kanssa.

4 Korkeusjärjestelmät

Koordinaatti- ja korkeusjärjestelmät ovat paikkatiedon perusta, ilman niitä kohteen sijaintia ei voida esittää yksikäsitteisesti. Korkeusjärjestelmä (myös korkeusdatumi) määrittelee sen vertauskorkeuden, josta kaikki muut korkeudet mitataan tai laske-
taan.

Vuonna 2007 julkaistiin uusi valtakunnallinen korkeusjärjestelmä N2000, joka on yhtenevä Euroopan korkeusjärjestelmän EVRS2000 kanssa. N2000-järjestelmän korkeudet poikkeavat 13–43 cm Suomen aiemmasta valtakunnallisesta korkeusjärjestelmästä N60, jonka nollakohta on lähellä Helsingin keskimerenpintaa vuonna 1960. Suurin osa erosta johtuu 40 vuoden aikana tapahtuneesta maankohoamisesta. Aiempia suomalaisia korkeusjärjestelmiä ovat olleet NN eli ”normaali nolla” ja N43. NN on ensimmäinen valtakunnallinen 1892-1910 vaaittu korkeusjärjestelmä, jonka nollakohta oli Helsingin Katajanokan laiturissa sijainneen vedenkorkeusasteikon nollakohta. N43 määriteltiin vuosien 1935-1955 vaaitusten perusteella. Lisäksi monilla kunnilla on ollut käytössä omia korkeusjärjestelmiään.

Siirtyminen uuteen korkeusjärjestelmään kestää ainakin eräillä alueilla ja toimi-
joilla kymmeniä vuosia, sillä siirtymäprosessi voi olla hyvin vaativa, työläs ja kallis. Maanmittauslaitos ja monet muut valtion laitokset ovat jo siirtyneet käyttämään N2000-järjestelmää. On huomattava, että monissa kunnissa on tällä hetkellä käytössä nykyistä korkeusjärjestelmää N60 edeltäneitä korkeusjärjestelmiä NN ja N43 sekä paikallisia korkeusjärjestelmiä. NN- ja N43-järjestelmiä on käytetty myös esimerkiksi vanhoissa, mutta voimassa olevissa vesioikeuden päätöksissä, joillakin vedenkorkeus-
usasemilla ja sisävesialueiden väylätiedoissa. Lapissa käytetään myös joillakin pai-
koilla korkeusjärjestelmää LN (Lapin nolla) jonka arvot ovat lähellä N60-korkeuksia.

Lukuisista eri korkeusjärjestelmistä johtuen korkeuslukeman yhteydessä tulisi aina mainita, missä korkeusjärjestelmässä lukema on ilmoitettu. Lähtökohtaisesti tulisi aina pyrkiä käyttämään uutta N2000-järjestelmää julkishallinnon suosituksen 163 mukaisesti, mutta jos esimerkiksi vedenkorkeusasema tai säännöstelylupa on eri jär-
jestelmässä, voi korkeuden ilmoittaminen olla perusteltua myös siinä järjestelmässä sekaannusten välttämiseksi. Maankohoaminen on suurin korkeusjärjestelmien väli-
siin eroihin vaikuttava tekijä. Koska maa ei kohoa eri puolilla Suomea samalla nope-
udella, korkeusjärjestelmien väliset muunnokset on tehtävä aina käyttäen alueellista

muunnosarvoa. Korkeuslukemia vanhasta järjestelmästä uudempaan muunnettaessa lisätään alkuperäiseen tasoon erotuksen verran. Jos alueellinen tarkka muunnos ei ole tiedossa, voi sen selvittää esimerkiksi geodeettisen laitoksen muunnospalvelun avulla (<http://coordtrans.fgi.fi/>)

Merivedenkorkeuden päivittäisessä tiedottamisessa, esimerkiksi radiossa ja www-sivuilla, käytetään korkeusjärjestelmänä teoreettista keskivettä. Sisävesien vedenkorkeuksien osalta käytäntö ei ole yhtä selvä, vaan vedenkorkeus ilmoitetaan havaintoasemasta riippuen alueella yleisimmin tunnetussa tai säännöstelyluvissa mainitussa korkeusjärjestelmässä. Jatkossa vedenkorkeudet tulisi ilmoittaa ainakin N2000-tasossa, jonka lisäksi voidaan käyttää esimerkiksi vesistön säännöstelyluvassa käytettyä korkeusjärjestelmää.

5 Rakennusten sijainti ja perustamistaso

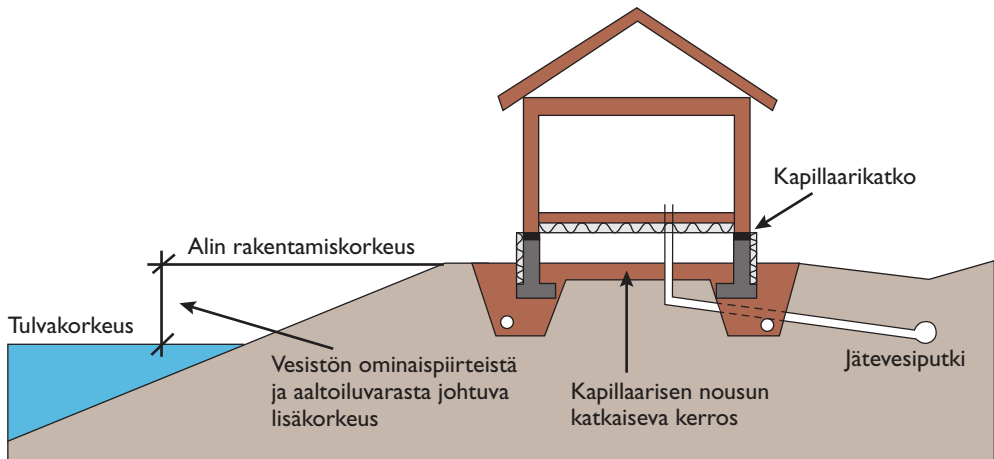
Alin suositeltava rakentamiskorkeus tarkoittaa korkeustasoa, jonka alapuolelle ei tulisi sijoittaa kastuessa vaurioituvia rakenteita. Tulvakorkeuden lisäksi alin suositeltava rakentamiskorkeus riippuu rakennuksen käyttötarkoituksesta ja rakennustavasta sekä vesistön ominaispiirteistä johtuvasta lisäkorkeudesta ja mahdollisesta aaltojen vaikutuksesta. Huomattava on, että alin lattiakorkeus on yleensä selvästi alimman rakentamiskorkeustason yläpuolella rakennusteknisistä syistä johtuen.

Vedenpinnan noustessa ovat ensimmäisinä vaaravyöhykkeessä viemärivereden johtamis- ja puhdistusjärjestelmä sekä salaojitus. Niiden lyhytaikainen joutuminen tulvan alle ei yleensä aiheuta merkittäviä ongelmia. Rakennuksen käytölle tulee näissä tilanteissa kuitenkin usein vaikeuksia, ja mikäli esimerkiksi aallokko pääsee sokkeliin tai pilariperustukseen asti, voivat roiskeet kastella ja vaurioittaa rakenteita.

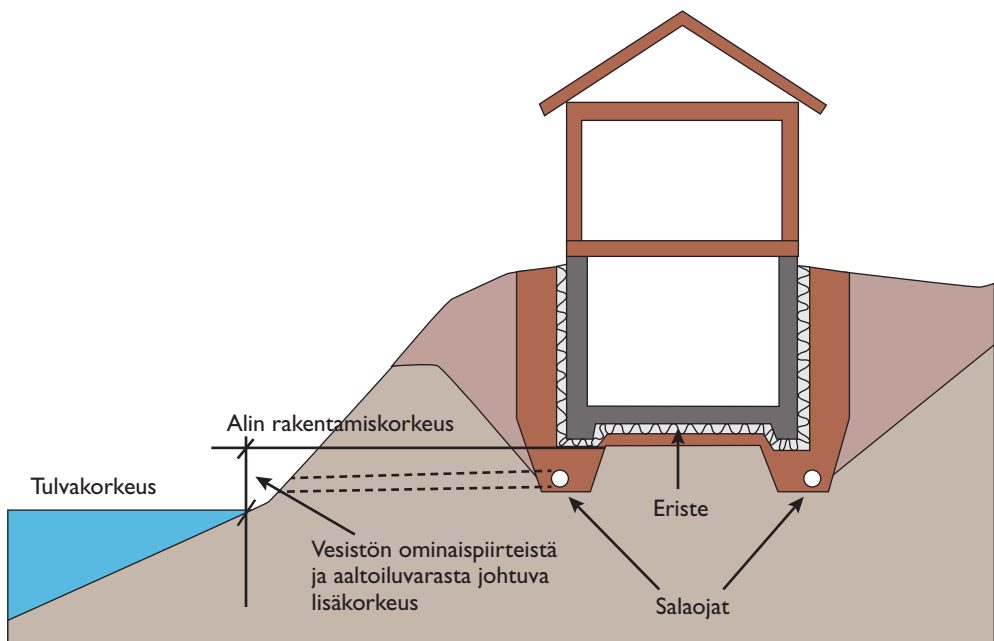
Liian matalaan maastokohtaan ja liian lähelle vesistöä rakentaminen aiheuttaa jatkuvan tulvariskin. Jäiden työntyminen rannoille lisää paikoin vahinkoriskiä. Vedenkorkeuden vaihtelu vaikuttaa usein myös rannan eroosioon ja sitä kautta maan vakavuuteen. Sortumista ja vyörymistä saattaa syntyä vahinkoja erityisesti jokivesistöissä, mutta myös sellaisilla meren ja järvien ranta-alueilla, joilla aallokko tai vedenkorkeusvaihtelu on suurta.

Alin suositeltava rakentamiskorkeus riippuu tulvakorkeuden lisäksi rakennuksen tai rakennelman laadusta ja käyttötarkoituksesta sekä vesistön ominaispiirteistä, kuten jääpatojen mahdollisuudesta ja aaltoiluvarasta aiheutuvasta lisäkorkeudesta. Erityiskohteille ja muille keskimääräistä haavoittuvammille kohteille alin rakentamiskorkeus tulisi arvioida aina tapauskohtaisesti (kts. Taulukko 4). Erityiskohteita ovat muun muassa vaikeasti evakuoitavat sairaalat ja vanhainkodit, yhteiskunnan kannalta tärkeä infrastruktuuri kuten liikenne- ja viestiyhteydet, sähköjakeluverkostot, vedenottamot ja veden- ja jätevedenkäsittelylaitokset sekä ympäristölle tulvatilanteessa vaaraa aiheuttavat kohteet kuten vaarallisia aineita käsittelevät ja varastoivat laitokset ja kaatopaikat.

Kuvissa 11 ja 12 on esimerkkejä alimman rakentamiskorkeuden määrittämisestä eri perustamistapojen yhteydessä.



Kuva 11. Alin rakentamiskorkeus sokkeliperustukselle ja tuulettuvalla alapohjalla. Maanpinta ja etäisyys vesirajasta ovat määräävämpiä kuin kapillaarikatkon sijainti rakenteessa.



Kuva 12. Alin rakentamiskorkeus maanvaraiselle perusmuuriperustukselle kellarilla. Mikäli kellarin rakennetaan kuvassa esitettyä alemmaksi, pitää kellarin suojata siten ettei se pääse kastumaan. Aaltoiluvaraa ei ole tarpeen erikseen tarkastella, koska tulvakorkeuden ja rakennuksen ulkoseinän välillä on riittävä korkeusero.

6 Alimmat rakentamiskorkeudet sisävesillä

Alimpien rakentamiskorkeuksien määrittäminen perustuu tilastollisesti määriteltyyn tulvan toistuvuustasoon eli tulvan vedenkorkeuteen. Sisävesien osalta suositusten pohjana käytetään tulvaa, joka esiintyy keskimäärin kerran 100 vuodessa (HW 1/100). Tähän tulvakorkeuteen lisätään harkinnanvarainen lisäkorkeus, joka riippuu rakennustyyppistä, vesistön ominaispiirteistä ja aaltoiluvasta. Myös ilmastonmuutoksen ennakoitavat vaikutukset voidaan ottaa huomioon lisäkorkeudessa. Tulvakorkeuksia koskevien tietojen saatavuutta on käsitelty luvussa 8.

Pitkien havaintojaksojen avulla on laskettavissa, kuinka usein tietty tulvakorkeus keskimäärin ylitetään nykyolosuhteissa. Havaintosarjoista on laskettavissa toistumisaikoja ja todennäköisyyksiä esimerkiksi vedenkorkeuksille, joita suurempia esiintyy keskimäärin kerran 10:ssä, 50:ssä ja sadassa vuodessa (HW 1/10, HW 1/50 ja HW 1/100). Jokainen aiemmin havaittu ylivedenkorkeus voi periaatteessa ylittyä joskus. Vesistötulvien toistuvuuden arviointia on käsitelty tarkemmin mm. Koskela (2013).

Lisäkorkeus tulisi määritellä nykytilanteen mukaan niissäkin vesistöissä, joissa tulvahuippujen ennakoita pienenevän ilmastonmuutoksen seurauksena. Ilmastonmuutoksen vaikutuksiin liittyvien epävarmuuksien ohella tulvien toistuvuuden arviointi sisältää paljon esimerkiksi mallinnuksesta ja havaintojakson pituudesta johtuvia epävarmuuksia. Toistumisajat ja todennäköisyydet ovat tilastollisia arvioita tarkkojen arvojen sijaan. Mikäli kohteena olevan alueen arvioihin sisältyy runsaasti epävarmuuksia, tulisi alimmat rakentamiskorkeudet aina määritellä varman päälle.

6.1

Ilmastonmuutoksen vaikutus vesistötulviin

Ilmastonmuutoksen vaikutukset vesivaroihin, tulviin ja kuivuuteen vaihtelevat merkittävästi eri puolilla Suomea ja riippuvat vesistöjen hydrologisista ominaisuuksista. Osassa vesistöistä tulvariskin ennakoita pienenevän lumen määrän ja kevättulvien pienentyessä, osassa sadannan tai jää- ja hyydeongelmien lisääntyminen voi kasvattaa tulvariskiä. Alimpia rakentamiskorkeuksia ei kuitenkaan missään tapauksessa tulisi määrittää nykytilanteen tulvia pienempien tulvien perusteella ennusteisiin liittyvän epävarmuuden vuoksi.

Veijalaisen ym. (2012) mukaan ilmastonmuutoksen aiheuttamia muutoksia on jo havaittu Suomen vesistöissä. Talvikauden sadanta ja siten myös valunta on lisääntynyt. Lumi- ja jääpeitteisen ajan pituus on lyhentynyt. Erityisesti luonnontilaisten vesistöjen talven ja kevään keskivirtaamat sekä alivirtaamat ovat kasvaneet (Korhonen, 2007).

Eri ilmastoskenaariot poikkeavat merkittävästi toisistaan, mutta muutoksen suunta on kaikissa ilmastoskenaarioissa samankaltainen. Vesistöjen tulvavirtaamat ja -vedenkorkeudet pienenevät osassa Suomea lumen määrän vähetessä, mutta erityisesti suurten vesistöjen keskusjärvissä ja laskujoissa sadannan lisääntyminen kasvattaa vedenkorkeuksia ja virtaamia useimpien skenaarioiden mukaan. Tulvien muuttuminen riippuu kuitenkin tarkasteltavan vesistön ominaisuuksista. Ilmastonmuutoksen ennakoitu vaikutus erityyppisiin vesistöihin on esitetty alla (Taulukko 5 ja Kuva 13). Tarkempi taulukko ilmastonmuutoksen vaikutuksista eri vesistöille löytyy julkaisusta ”Suomen vesivarat ja ilmastonmuutos – vaikutukset ja muutoksiin sopeutuminen” (Veijalainen ym. 2012, taulukko 14).

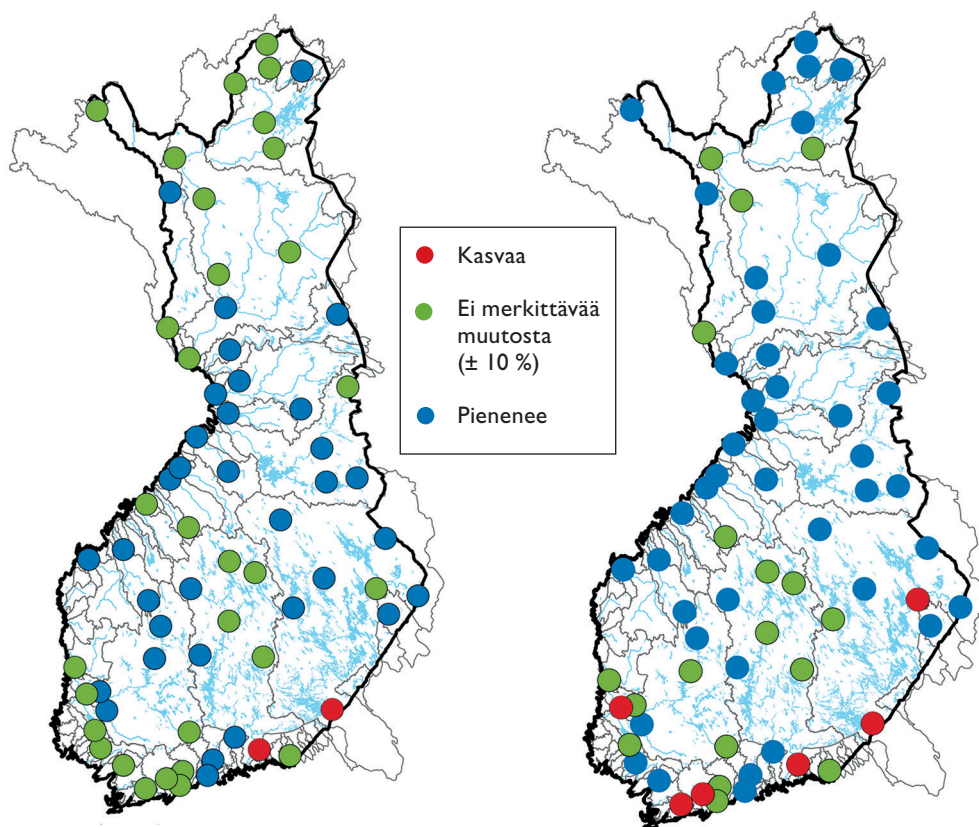
Taulukko 5. Ilmastonmuutoksen vaikutus kerran 100 vuodessa toistuvien vesistötulvien suuruuteen Suomen erityyppisissä vesistöissä jaksolla 2010–39 ja 2070–99 verrattuna referenssijakssoon 1971–2000. '+' merkki tarkoittaa tulvan kasvua, '-' merkki pienenemistä ja '±' ei muutosta tai poikkeavia tuloksia eri skenaarioilla tai eri vesistöissä. (Veijalainen ym. 2012)

Vesistötyyppi	2010–39	2070–99
Järvi-Suomen suuret keskusjärvet ja niiden laskujoet	+	+
Pienet latvajärvet Järvi-Suomessa	± / -	-
Lapin ja Kainuun joet	±	-
Rannikon joet Pohjanmaalla	± / -	-
Rannikon joet Etelä- ja Lounais-Suomessa	±	±

Lumen vähenemisestä johtuen tulvat pääosin pienenevät sellaisissa vesistöissä, joissa ne nykyään ovat yleensä kevään lumen sulamistulvia. Tällaisia kohteita ovat etenkin Keski- ja Itä-Suomen pienehköt latvavesistöt ja osa Pohjanmaan joista. Lapissa tulvien suuruus ei vielä jaksolla 2010–39 juuri muutu nykyisestä. Vuosisadan lopulla suurimman osan etelä- ja lounaisrannikon vesistötulvista ennakoidaan esiintyvän muina vuodenaikoina kuin keväällä. Keski-Suomessakin noin puolet vuoden suurimmista tulvista olisi muita kuin kevättulvia.

Syksyn ja talven tulvat kasvavat vesistöissä, joissa näiden vuodenaikojen tulvat ovat jo nykyään suuria. Tällaisia kohteita ovat Järvi-Suomen suuret vesistöjen keskusjärvet ja niiden laskujoet sekä eräät etelä- ja lounaisrannikon pienet jokivesistöt. Järvi-Suomen suurissa järvissä ja niiden laskujoissa korkeimmat vedenkorkeudet ja virtaamat esiintyvät vuosisadan lopulla usein talven ja alkukevään aikana.

Hyydetulvien riskipäivien lukumäärän Kokemäenjoessa ennakoidaan kasvavan Veijalaisen ym. (2012) mukaan huomattavasti ilmastonmuutoksen vaikutuksesta. Hyydetulvien riski kasvaa todennäköisesti myös muualla Etelä- ja Keski-Suomessa



Kuva 13. Keskimäärin kerran 100 vuodessa toistuvien vesistötulvien arvioitu muutos jaksolla 2010–39 (vasen kuva) ja 2070–99 (oikea kuva) referenssijakssoon 1971–2000 verrattuna. 20 skenaarion keskiarvo. (Veijalainen ym. 2012)

talven virtaamien kasvaessa ja jääkannen synnyn myöhentyessä. Vaikka jäänpaksuus ilmastonmuutoksen myötä keskimäärin pienenee, voivat talven äkilliset virtaaman nousut ja kevään entistä aikaisemmat virtaamahuiput jatkossakin aiheuttaa jääpatoriskejä (Kuva 14).

Rankkasateet voivat kasvaa keskimääräisiä sateita enemmän. Tämä voi pahentaa taajamien hulevesitulvien lisäksi pienten valuma-alueiden tulvatilannetta etenkin kesäisin (Veijalainen ym. 2012).

Vaikka ennusteiden perusteella vesistöjen tulvavirtaamat ja -vedenkorkeudet suuressa osassa Suomea vuosisadan loppupuolelle mennessä pienenevät, ei tulvasuojelua tai maankäytön suunnittelua tulisi missään päin maata suunnitella nykytilanteen tulvia pienempien tulvien perusteella, koska ilmastonmuutoksen ennakoidaan tapahtuvan hitaasti ja vaihteittain. Lisäksi arvioihin liittyy epävarmuuksia. Suunnitteluarvona pitäisi siis aina käyttää vähintään nykytilanteen kokoisia virtaamia tai vedenkorkeuksia. Ilmastonmuutosta voidaan käyttää perusteluna kasvattaa suunnitteluarvoja,

jos kyseessä on pitkäikäinen rakennelma, jonka käyttöiän aikana ilmastonmuutoksen ennakoitaan etenevän merkittävästi. Tällöin alin rakentamiskorkeus voidaan määritellä rakennuksen elinkaaren aikana tapahtuvaksi ennakoidun suurimman nykyisiä mitoitusarvoja vastaavan tulvan perusteella.



Kuva 14. Jääpatotulva keväällä 2013 Pyhäjoella. Kuva: Timo Yrjänä

6.2

Suositus sisävesien rannoille

Alimman rakentamiskorkeuden määrittämisessä lähtökorkeus on keskimäärin kerran 100 vuodessa sattuvan tulvan korkeus, johon lisätään harkinnanvarainen rakennustyyppistä sekä kunkin vesistön ominaispiirteistä ja aaltoiluvasta johtuva lisäkorkeus. Tämä taso on katsottu järkeväksi lähtökorkeudeksi muun muassa yhdyskuntasuunnittelun aikaperspektiivin ja kustannustehokkuuden kannalta. Harvinaisen tulvan tilastollinen arviointi voi olla vaikeaa, koska vedenkorkeuden havaintojakso voi olla tulvan arvioitua toistuvuutta lyhyempi. Tämän vuoksi HW 1/100 tulvan sijasta lähtökorkeudeksi voidaan valita myös tilastollisesti keskimäärin kerran 50 vuodessa esiintyvä ylin tulvakorkeus, johon lisätään 0,3 m sekä tarvittavat harkinnanvaraiset lisäkorkeudet. Mikäli havaintoja on käytettävissä vähemmän tai ei ollenkaan, tulisi määritys tehdä aina varman päälle, esimerkiksi hyödyntämällä vertailuvesistön vedenkorkeus- ja virtaamatietoja.

Alin tulvien kannalta hyväksyttävä rakentamiskorkeus voidaan edellä esitetyn perusteella määritellä kussakin vesistöissä tai sen osassa seuraavien osatekijöiden summana:

- keskimäärin kerran 100 vuodessa esiintyvä ylin tulvakorkeus (HW 1/100) tai keskimäärin kerran 50 vuodessa esiintyvä ylin tulvakorkeus, johon lisätään 30 cm (HW 1/50 + 0,3 m)
- harkinnanvarainen lisäkorkeus, johon sisältyy:
 - rakennustyyppistä aiheutuva lisäkorkeus
 - ilmastomuutoksesta aiheutuva lisäkorkeus
 - vesistön ominaisuuksista johtuva lisäkorkeus
 - avointen ulapoiden rannoilla harkinnanvarainen aaltoiluvara
- Mikäli tällä tavoin saatu korkeus on havaintojen mukaan joskus ylitetty, tulee tämä ylin havaittu tulvakorkeus ottaa määrääväksi rakennuspaikkaa ja perustamiskorkeutta hyväksyttäessä.

Harkinnanvaraisen lisäkorkeuden vesistön ominaisuuksista johtuvan osan arvioimisessa on syytä ottaa huomioon mm. seuraavat seikat:

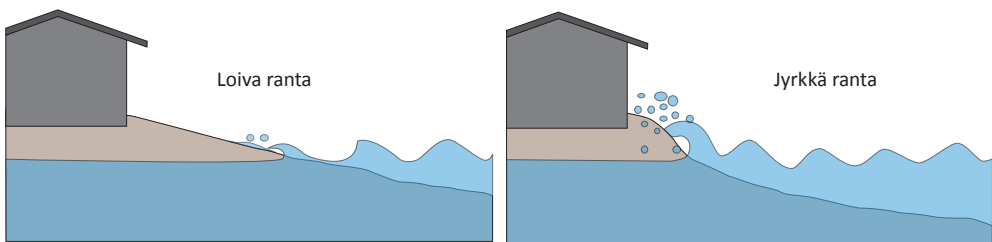
- Sellaisissa säännöstellyissä järvissä, joihin on määrätty vedenkorkeuden yläraja, tulisi alin rakentamiskorkeus määritellä yleensä vähintään 0,5 m ylärajaa ylemmäksi.
- Vesistöissä, joissa vedenkorkeusvaihtelut ovat suuria, kuten vähäjärvisissä jokivesistöissä, tulisi lisäkorkeuden olla vähintään 0,7 m.
- Mikäli vesistöissä on suuri jääpato- tai suppotulvien esiintymisen riski, tulisi lisäkorkeuden olla vähintään 0,7 – 1 m, ellei kyseisellä alueella ole tehty tarkempaa selvitystä jääpato- ja suppotulvien vedenkorkeuksista. Paikoitellen jokivesistöissä lisäkorkeuden olisi hyvä olla selvästi suurempikin.
- Mallien epätarkkuuksista johtuen lisäkorkeuksia tarvitaan myös silloin, kun toistuvuuksia arvioidaan mallien avulla havaintoasemien ulkopuolella.
- Vedenpinta voi tuulen ja ilmanpaineen vaikutuksesta kallistua järvessä 5...10 cm
- Mahdolliset tulvia lisäävät muutokset, kuten liettyminen ja eroosio sekä kuivatus ja rakentamistoimenpiteet tulisi ottaa huomioon
- Maankohoamisella on vähäinen tulvia lisäävä vaikutus eräissä suurissa järvissä sekä Pohjanmaan jokien pitkissä suannoissa ja suistoalueilla.
- Suistoalueilla on otettava huomioon lisäksi vesistötulvan ja merivesitulvan mahdollinen yhteisvaikutus tulvakorkeuksiin.

Ilmastomuutoksesta aiheutuvan lisäkorkeuden suuruuden arvioinnissa voidaan hyödyntää Veijalaisen ym. (2012) esittämiä ilmastomuutoksen vaikutusarvioita tulviin. Lisäkorkeus tulisi kuitenkin määritellä nykytilanteen mukaan niissäkin vesistöissä, joissa tulvahuippujen ennakoita pienenevän ilmastomuutoksen seurauksena.

Joillakin alueilla tulviin varautuminen voi edellyttää vesistösäännöstelyjen kehittämistä. Jotta rantarakentaminen ei näillä alueilla estäisi tulviin varautumista vesistösäännöstelyjä kehittämällä, voi suositeltu lisäkorkeus olla suurempikin kuin 0,5 m. Lisäkorkeus antaisi ratkaisulle joustavuutta ja ajallista kestävyyttä. Tällaisia alueita voivat olla esimerkiksi tulvariskien hallintasuunnitelmissa, säännöstelyjen kehittämishankkeissa tai muissa vastaavissa suunnitelmissa tunnistetut vesistöt, joissa säännöstely ei toimi tai sen ei arvioida toimivan tulevaisuuden tulva- tai kuivuustilanteissa. Lisäksi vesilain luvun 18 pykälän 3 a mukaan laaditun vesistöalueen padotus- ja juoksutusselvitystarpeen tai itse selvityksen perusteella voidaan tunnistaa niitä vesistöjä, joissa lisäkorkeutta tulisi harkita muita vesistöjä tarkemmin. Padotus- ja juoksutusselvityksen tavoitteena on tulvasta tai kuivuudesta aiheutuvien vahingollisten seurausten minimointi harjoittamalla säännöstelyä poikkeuksellisissa vesitilanteissa aiempaa paremmin koko vesistöalueella.

Jääpatoriskialueille ei tulisi sijoittaa sellaisia rakennuksia, jotka voivat vaurioitua jäiden takia, vaikka tulvavedestä ei aiheutuisikaan ko. rakennukselle vahinkoja. Jää- ja hyhydepatotilanteet voivat syntyä hyvin nopeasti, joten niille alttiille alueille tulee välttää sijoittamista vaikeasti evakuoitavissa olevia kohteita, kuten sairaaloita ja vanhainkoteja.

Aallokko tulee ottaa huomioon rakentamiskorkeudessa lähinnä vain suurten selkien rannoilla ja jos kyseessä on jyrkkä ranta (Kuva 15, taulukko 6). Koska saman järven eri ranta-alueilla vapaan ulapan pituus (ns. pyyhkäisymatka) ja rannan kaltevuus ovat erilaisia, ei tätä aaltoiluvaraa voi antaa järvikohteisesti, vaan se tulee arvioida kullekin ranta-alueelle erikseen.



Kuva 15. Jyrkän rannan ja loivan rannan vaikutus aallon korkeuteen ja pärskeisiin. Kuvan pystymittakaavaa on liioiteltu.

Aallonkorkeuden määrittäminen

Aallonkorkeus voidaan syvässä vedessä eli silloin, kun pohjan vaikutus ei ulotu aallokkoon, määritellä vapaan ulapanpituuden perusteella. Rannalla aallokon vaikutusta vähentävät kuitenkin pohjakitka, aallon murtuminen, vesirajan kasvillisuus, rantakivikko, rantavalli ja muut vastaavat tekijät (Kuva 15).

Aaltoilun vaikutuksen arvioimisessa voidaan käyttää oheista taulukkoa 6, jossa on ulapan pituuden ja rannan kaltevuuden perusteella ilmoitettu aaltoiluvara. Tasapohjaisella rannalla aaltoiluvara on suurempi kuin kivikkoisella rannalla. Taulukossa esitetyt arvot ovat tasapohjaiselle rannalle.

Maamme järvet ovat hyvin loivarantaisia. Esim. kaltevuudella 1/30, joka on hyvin tavallinen, olisi aaltoiluvara 10 km pitkän ulapan rannalla vain 25 cm. Rannan kaltevuuden suuri vaikutus näkyy siinä, että jos tällaisen ulapan rannan kaltevuus on 1/10, olisi aaltoiluvara 100 cm ja hyvin jyrkällä rannalla 290 cm. Jos rannalla on kivikkoa, pensaita, puustoa tai muita vastaavia esteitä, voidaan aaltoiluvараа vielä pienentää taulukon arvoista. Sen sijaan maaperän aiheuttama kitka on taulukon arvoissa jo otettu huomioon.

Taulukko 6. Likimääräinen aaltoiluvara rannan eri kaltevuuksilla. Taulukossa on oletettu tuulennopeudeksi 25 m/s.

Pyyhkäisymatka (tuulen yläpuolinen matka)	Aaltoiluvara	
	Loiva ranta, kaltevuus 1:10	Jyrkkä ranta, kaltevuus 1:3
1 km	30 cm	90 cm
2 km	40 cm	130 cm
5 km	70 cm	200 cm
10 km	100 cm	290 cm
		lisäksi pärskeet

Yleensä maamme järvillä aaltoiluvara on muutamia kymmeniä senttimetrejä ja hyvin harvoin yli 50 cm. Eniten aaltojen vaikutus tuntuu silloin, kun vesi ulottuu syvänä aivan lähelle rantaa ja ranta on esim. sileä kallio.

7 Alimmat rakentamiskorkeudet meren rannikolla

Meren rannikon tulvavaara poikkeaa monin tavoin sisävesistä. Itämeren rannalla rakennusten tulvariskiin vaikuttavat sekä sääilmiöistä riippuvat lyhytaikaiset vedenkorkeusvaihtelut että vuosikymmenien ja vuosisatojen kuluessa tapahtuvat muutokset: maankohoaminen, valtameren pinnannousu Itämeren alueella sekä Itämeren vesimäärän keskiarvon pitkäaikaiset muutokset. Ilmaston lämpeneminen on keskeinen ympäristövaikutuksia aiheuttava tekijä pitkällä aikavälillä. Rakennuksien arvioidun käyttöiän aikana pitkäaikaiset muutokset ovat merkittäviä. Merenrannikon alimpia suositeltavia rakentamiskorkeuksia on käsitelty laajemmin julkaisussa Kahma ym. (2014).

7.1

Ilmastonmuutoksen vaikutus merivesitulviin

7.1.1

Vaikutus lyhytaikaiseen merenpinnan vaihteluun

Lyhytaikaisten, korkeintaan joitakin kuukausia kestävien vedenkorkeusvaihteluiden jakauma on määritetty mareografeilla, eli vedenkorkeuden mittausasemilla tehdyistä vedenkorkeushavainnoista teoreettisen keskiveden suhteen. Tällöin saadaan poistettua maankohoamisen ja valtamerien pinnankorkeuden vaihtelun vaikutus lyhytaikaisiin muutoksiin. Nämä jakaumat vastaavat sisävesissä havaittuja vedenkorkeuksien vaihteluja.

Vedenkorkeuden maksimiarvot ovat kasvaneet 1900-luvun aikana merkittävästi (Johansson ym. 2001). Kasvu on sitä suurempaa, mitä harvinaisemmista vedenkorkeuksista on kysymys. Harvinaisten arvojen jakaumia laskettaessa on käytetty vain viimeisen 30 vuoden vedenkorkeusmittauksia, jolloin vuosien välinen maksimivedenkorkeuden kasvu voidaan jättää huomiotta. Keskivettä lähellä olevien vedenkorkeuksien jakaumassa ei ole havaittavissa merkittävää muutosta ajan suhteen. Vedenkorkeuden kuukausimaksimit mareografeittain eri ylittymistodennäköisyyksillä on esitetty liitteessä 1.

Vaikutus pitkäaikaiseen merenpinnan vaihteluun

Pitkäaikaisten muutosten osalta tarkastellaan kahta ajankohtaa, vuosia 2050 ja 2100. Aikaisemmassa selvityksessä (Kahma ym. 1998) tarkastelu ulottui vuoteen 2200 saakka, mutta uudemmat tutkimukset ovat osoittaneet, että merenpinnan nousun ennustamiseen niin kauas tulevaisuuteen ei ole riittäviä perusteita. Tämä johtuu ennen kaikkea mannerjäätiköiden sulamiseen liittyvästä epävarmuudesta.

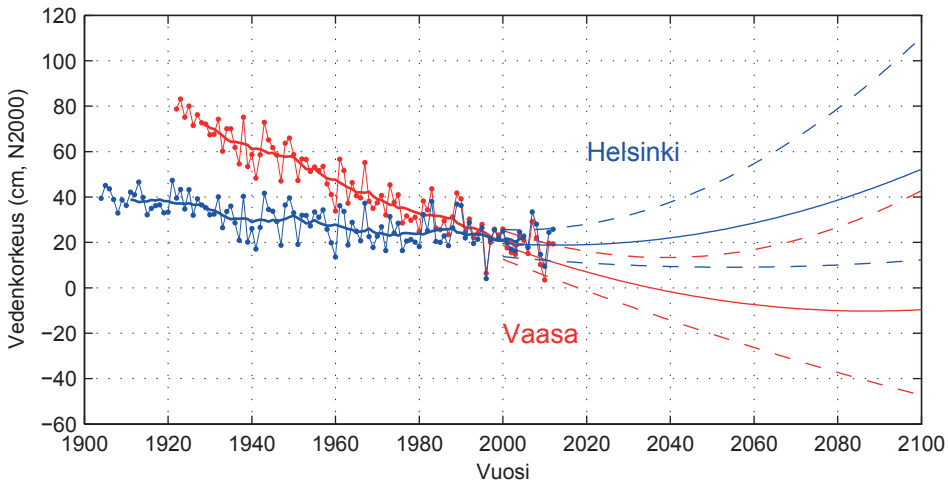
Valtamerien pinnannousu vaikuttaa pitkällä aikavälillä myös Itämeren vedenkorkeuteen. Keskimäärin valtamerien pinta on noussut 1900-luvun alusta vuoteen 2010 mennessä 19 ± 2 cm (Church ym. 2013). Viime aikoina nousuvauhti on ollut noin 3 mm vuodessa ja sen odotetaan edelleen kiihtyvän. Ennusteet tulevasta noususta ovat vielä varsin epävarmoja, pääasiassa siksi, että jään virtaukseen mannerjäätiköillä vaikuttaa monta sellaista tekijää, joita ei ymmärretä vielä riittävän hyvin.

Tässä raportissa tehtyjen laskelmien pohjaksi on laadittu valtamerien pinnannousun skenaario, joka perustuu viimeisimpiin tieteellisessä kirjallisuudessa julkaistuihin ennusteisiin. Hallitustenvälisen ilmastomuutospaneelin IPCC:n viides arviointiraportti (Church ym. 2013) edustaa kirjoitushetkellä parasta tieteellistä tietoa asiasta. Siinä ei kuitenkaan ole esitetty merenpinnan nousulle ehdotonta ylärajaa, vaan on olemassa korkeamman nousun mahdollisuus, joka liittyy Länsi-Antarktiksien mannerjäätikön mahdolliseen epävakauteen ilmaston lämmitessä. Tämän vuoksi alimpien suositeltavien rakentamiskorkeuksien perustaksi on laadittu asiantuntija-arvioon perustuva yhdistelmä (todennäköisyysarvio) kymmenestä eri menetelmällä laaditusta valtamerten pinnannousun ennusteesta. Mukana on myös IPCC:n arviota korkeampia ennusteita pienemmällä painoarvolla. Menetelmä on kuvattu tarkemmin artikkelissa Johansson ym. (2014) ja päivitetty tähän raporttiin korvaamalla IPCC:n neljännen arviointiraportin (2007) ennuste viidennen raportin tuloksilla. Tuloksena yhdistelmästä on valtamerien pinnan nousu 33–156 cm:llä vuosina 2000–2100 (5–95 % luottamusväli).

Mallitulokset ennustavat Pohjanmeren alueelle hieman keskimääräistä voimakkaampaa merenpinnan nousua meriveden tiheyden ja sen kiertoliikkeen muutosten seurauksena. Jäätiköiden sulamisen kokonaisvaikutus puolestaan jää Itämeren alueella mallitulosten mukaan selvästi maailmanlaajuista keskiarvoa vähäisemmäksi. Tämä johtuu ennen kaikkea Grönlannin mannerjäätikön sulamisen aiheuttamista muutoksista maan painovoimakenttään ja maankuoren korkeuteen. Kun jäätikkö sulaa, sen valtameriin kohdistama vetovoima heikkenee ja maa alkaa kohota sulavan jäätikön alla. Siksi nousun vaikutus jää heikommaksi sulavan jäätikön lähellä kuin kaukana siitä. Lopputuloksena Itämeren pinnannousun arvioidaan olevan hieman (noin 20 %) vähäisempää kuin valtamerillä keskimäärin (Johansson ym. 2014).

Kuvassa 16 on esitetty vuoteen 2100 ulottuvat keskimääräisen merenpinnan korkeuden skenaariot kahdella esimerkkipaikkakunnalla, Helsingissä ja Vaasassa. Alueellisen merenpinnan nousun lisäksi laskuissa on huomioitu maankohoaminen, joka

Suomen rannikolla tasapainottaa merkittävästi merenpinnan nousua. Parhaan arvion mukaan merenpinnan taso kääntyy Suomenlahdella nousuun lähivuosikymmeninä, kun taas Pohjanlahdella maankohoaminen todennäköisesti riittää kumoamaan merenpinnan nousun aina vuosisadan loppupuolelle saakka. Epävarmuudet ovat kuitenkin suuria, ja korkeimmissa ennusteissa merenpinnan taso kääntyy nousuun kaikkialla Suomen rannikolla.



Kuva 16. Keskimääräinen meriveden pinnan korkeus Helsingissä ja Vaasassa. Pallot ovat havaittuja vuosikeskiarvoja, yhtenäinen viiva on vuoteen 1999 saakka havainnosta laskettu pitkän ajan keskiarvo ja vuodesta 2000 alkaen arvio tulevasta keskimääräisestä veden pinnan korkeudesta. Katkoviivat kuvaavat arvioiden epävarmuusastetta, joka johtuu erityisesti mannerjäätiköiden sulamisarvioiden epävarmuudesta, ei niinkään kasvihuonekaasujen päästöjen epävarmuudesta. (lähde: IL)

7.2

Maankohoamisen vaikutus merivesitulviin

Jääkauden jälkeinen maankohoaminen on ollut pitkäaikaisten vedenkorkeusmuutosten tarkkuutta ajatellen hyvin tasaista, ja sen voidaan olettaa jatkuvan samalla nopeudella nyt tarkasteltavalla aikavälillä. Laskuissa käytetyt maankohoamisarvot on esitetty Taulukossa 7. Arvot perustuvat vedenkorkeuden havaintoaineistoon, josta on vähennetty valtamerten pinnannousun ja tuulisuuden vaikutus (Johansson ym. 2014). Jäljelle jäävä muutos vastaa maankohoamista.

Taulukko 7. Maankohoaminen eri mareografiasemilla (Johansson ym. 2014, Kahma ym. 2014). Arvot perustuvat vuoteen 2000 asti mitattuun vedenkorkeusaineistoon. Virhearviot 95 % luottamusvälillä ovat mareografista riippuen $\pm 0,69\text{--}0,85$ mm/vuosi. Tarkat arvot on esitetty yllämainituissa julkaisuissa.

Mareografi	mm/vuosi
Kemi	9,7
Oulu	9,3
Raahe	9,7
Pietarsaari	9,7
Vaasa	9,9
Kaskinen	9,4
Mäntyluoto	8,5
Rauma	7,7
Turku	6,3
Föglö	6,5
Hanko	5,0
Helsinki	4,4
Hamina	4,1

7.3

Suositus Itämeren rannikolle

Yhdistämällä vedenkorkeuden lyhytaikaisvaihteluiden jakaumat ja keskimääräisen vedenkorkeuden skenaarioiden jakaumat saadaan vedenkorkeudet, jotka ylitetään vuosina 2050 ja 2100 tietyillä ylittymistodennäköisyyksillä. Laskelmat on tehty kaikille Suomen mareografeille, joita on 13 paikkakunnalla Suomen rannikolla. Tulokset on esitetty taulukoissa liitteessä 2.

Yhdyskuntasuunnittelun tarve ulottuu pidemmälle tulevaisuuteen kuin vuoteen 2100, johon asti tieteellisesti perusteltuja laskelmia on tällä hetkellä mahdollista tehdä. Tämän takia suositusten perustaksi on otettu vedenkorkeus, jonka ylittymisen todennäköisyys vuonna 2100 on 1/250 (0,4 %) (liite 2). Koska tämä vedenkorkeus on virherajojen puitteissa pääosin samalla tasolla maan suhteen kuin vuoden 1999 suositukset (Ollila ym. 1999, Kahma ym. 1998), on uudet alimmat suositeltavat rakentamiskorkeudet asetettu siten, että ne poikkeavat korkeintaan 10 cm vuoden 1999 suosituksista. Suositusten lukuarvot ovat kuitenkin kasvaneet, koska vuoden 1999 suositukset olivat N60-korkeusjärjestelmässä ja nyt annetut ovat N2000-järjestelmässä. Lisäksi vuoden 1999 suosituksiin sisältyi kaavamainen 30 cm:n aaltoiluvara, jollaisen käyttöä ei enää pidetä perusteltuna, koska se on monessa suojatussa paikassa tarpeettoman suuri ja aallokelle alttiissa paikassa yleensä liian pieni.

Alimmat suositeltavat rakentamiskorkeudet tavanomaiselle rakentamiselle on esitetty kaikille mareografiasemille (kts. taulukko 8). Niihin on lisättävä paikkakoh-

tainen aaltoiluvara ja matalissa lahtien pohjukoissa tuulen aiheuttama paikallinen kallistus. Suositukset koskevat tavanomaista rakentamista, jonka suunniteltu käyttöaika on pari sataa vuotta ja jonka voidaan hyväksyä joutuvan tänä aikana kerran tulvalle alttiiksi. Lyhytikäisemmätkin rakennukset, jotka arvioidaan korvattavan samalle paikalle rakennettavalla vastaavantasoisella uudella rakennuksella, kuuluvat suositusten piiriin. Mareografien sijainnit on esitetty taulukon 8 yhteydessä. Erityiskohteille ja muille hyvin haavoittuville kohteille alin rakentamiskorkeus tulisi arvioida aina tapauskohtaisesti, kuten sisävesilläkin.

Mareografien välisille alueille suosituksia voidaan soveltaa pääsääntöisesti lineaarisesti interpoloimalla. Pitkien, matalien lahtien pohjukoissa on kuitenkin lisättävä veden kallistumasta aiheutuva lisä. Jos tarkempia laskelmia kallistumasta ei tehdä, lisäyksenä voidaan käyttää arvoa 30 cm.

Taulukko 8. Alimmat suositeltavat rakentamiskorkeudet ilman aaltoiluvaraa N2000-järjestelmässä mareografeittain ja mareografien sijainnit perustamisvuosiin (Kahma ym. 2014).

Mareografi	Alin suositeltava rakentamiskorkeus ilman aaltoiluvaraa (cm)	
Kemi	260	
Oulu	250	
Raahe	230	
Pietarsaari	200	
Vaasa	200	
Kaskinen	200	
Mäntyluoto	200	
Rauma	210	
Turku	240	
Föglö	220	
Hanko	250	
Helsinki	280	
Hamina	320	



Aallokon vaikutus meren rannikolla

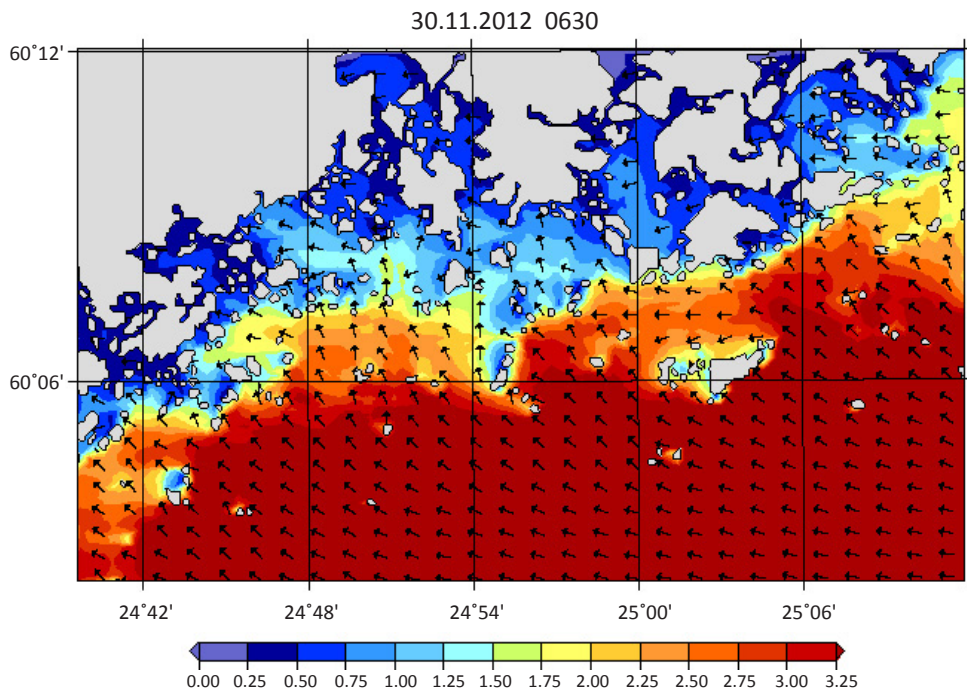
Aaltoiluvara Suomen rannikolla on paikasta riippuva ja vaihtelee lähes nollasta yli kymmeneen metriin. Suurimmaksi osaksi Suomen rannikko on avomeren aallokolta saariston tehokkaasti suojaamaa sisäsaaristoa, jossa aaltoiluvara on verrattavissa sisävesiin. Tällaisissa paikoissa aaltoiluvarylle voidaan käyttää taulukon 6 arvoja. Ehdottomana edellytyksenä kuitenkin on, että paikka ei ole alttiina avomeren aalloille.

Jos pyyhkäisymatka on pitkä, niin taulukon 6 antaman aaltoiluvaran lisääminen taulukon 8 suosituksiin johtaa meren rannalla alimman rakentamiskorkeuden yliarviointiin, koska vedenkorkeuden käytös on erilaista Itämerellä kuin sisävesillä. Suurimmat vedenkorkeudet kestävät meren rannalla yleensä vain lyhyen aikaa, kuten kuvasta 4 voidaan nähdä, ja edellyttävät kovaa tuulta. Kun pyyhkäisymatkaa on enintään kilometri, aallot kasvavat nopeasti tuulen määräämään korkeuteen, jolloin on varsin todennäköistä, että aallokko ehtii nousta taulukon 6 mukaisesti.

Kun pyyhkäisymatka on pitempi, kuten useimmissa paikoissa Suomen rannikolla, harvinaisen korkean vedenpinnan ja harvinaisen korkean aallokon esiintyminen samanaikaisesti on hyvin paljon harvinaisempaa kuin kummankaan erikseen. Tästä syystä määritellään käsite aallokon nousukorkeus, jolla tarkoitetaan sitä korkeutta, jonne yhtenäisen vesi nousee suurimpien aaltojen vaikutuksesta, kun vertailutasona on maan suhteen kiinteä korkeusjärjestelmä N2000. Nousukorkeus muuttuu maankohoamisen ja keskivedenkorkeuden muutoksen vaikutuksesta.

Aallokon nousukorkeutta määritettäessä on varmistettava, että paikka on suojassa avomeren aallokolta ja suurten laivojen peräaalloilta. Vain tässä tapauksessa voidaan nousukorkeuden määrittämisessä käyttää taulukossa 6 esitettyjä aaltoiluvaran arvoja. Mikäli ei olla varmoja siitä, että paikka on täysin suojassa avomeren aallokolta, tai nousukorkeus taulukkoa 6 käyttäen muodostuu epätarkoituksenmukaiseen suureksi, on perusteltua tehdä erillinen nousukorkeuden selvitys, pyytää asiantuntija-apua tai lausuntoa. Meriveden ja aallonkorkeuksien seurannasta, tilastoista ja ennusteista vastaa Ilmatieteen laitos. ELY-keskukselta ja kunnalta voi tiedustella muita rakentamispaiikkaan liittyviä tietoja. Kuvassa 17 on esimerkki aaltomallilla lasketusta aallonkorkeudesta.

Jyrkän rannan aaltoiluvaraa nostava vaikutus näkyy hyvin kuvasta 18. Jyrkkä ranta muodostuu myös rakennuksen sokkelista tai pilariperustuksesta, jos vedenpinta pääsee niihin asti.



Kuva 17. Esimerkki aaltoiluvaraselvitykseen liittyvästä aallokon mallilaskelmasta (Ilmatieteen laitos & Helsingin kaupunki).



Kuva 18. Aaltoiluvara jyrkällä rannalla nousee aallon korkeuteen nähden korkeaksi.
Kuva: Kimmo Tikka

8 Tulvakorkeuksia koskevan tiedon saatavuus

Alimpien rakentamiskorkeuksien määrittämisessä tarvitaan tietoja havaituista vedenkorkeuksista ja virtaamista sekä tulvien todennäköisyyksistä. Havaintoja on tehty vesistöalueesta tai mareografin sijainnista riippuen vaihtelevan pituiselta jaksolta, ja niistä saadaan jatkuvasti myös uutta tietoa. Havaintojakson pituus vaikuttaa tulvan toistuvuuden arviointiin ja sitä kautta arvioiden tarkkuuteen. Ympäristössä ja ilmastossa tapahtuvat muutokset voivat vaikuttaa tulvien todennäköisyyksiin ja suositeltaviin alimpiin rakentamiskorkeuksiin. Ympäristössä tapahtuvia muutoksia voivat olla esimerkiksi vesistön säännöstelyn tai vesirakenteiden muutokset.

Kaavoittamiseen tai rakennushankkeeseen ryhdyttäessä tulvakorkeuksia koskevat ajantasaiset tiedot on syytä tarkistaa. On tärkeää, että tieto ylimmistä vedenkorkeuksista saavuttaa paitsi kaavoitus- ja rakentamisasioita hoitavat viranomaiset myös kaikki ne yhteisöt ja yksityiset, jotka suunnittelevat ranta-alueille rakentamista tai alueiden muuta käyttöä.

Edellä luvuissa 6 ja 7 esitettyihin suosituksiin liittyen on syytä huomata, että suositukset eivät ole viranomaisten sitovia ohjeita, vaan varsinaiset päätökset tehdään kaavoituksesta ja rakentamisen ohjauksesta vastaavan viranomaisen (kunta) toimesta ja rakennusten sijoittaminen on siten viime kädessä kuntien ja rakentajien harkinnassa. Lopullinen vastuu on lähtökohtaisesti rakennushankkeeseen ryhtyvällä, sillä rakennushankkeeseen ryhtyvän on muun muassa huolehdittava, että rakennus ja rakenteet soveltuvat rakennuspaikan olosuhteisiin (MRL 117). Oppaassa annetut suositukset eivät ole myöskään suoraan sidoksissa tulvavahinkojen korvauskysymysten kanssa, vaan korvauskysymykset ratkaistaan tapauskohtaisesti kiinteistön omistajan ja vakuutusyhtiön kesken. Suositusten tarkoituksena on vaikuttaa siihen, että rakentamiskorkeus on riittävä alueilla, joilla vesistö- tai merivesitulvat ovat mahdollisia.

Sekä vedenkorkeushavainnot eri vesistöalueilta, että määritetyt alimmat rakentamiskorkeudet on tallennettu Suomen ympäristökeskuksen ja ELY-keskusten ylläpitämään tulvatietojärjestelmään. ELY-keskukset antavat pyydetessä tietoja vesistöjen ylimmistä vedenkorkeuksista ja suositeltavista alimmista rakentamiskorkeuksista. Lisäksi ELY-keskukset, Suomen ympäristökeskus ja Ilmatieteen laitos voivat tehdä tarvittaessa erilaisia vedenkorkeuden ääriarvojen ja toistuvuuksien tarkasteluja halutuille vuosijaksoille ja alueille.

Asiantuntijoiden ympäristö- ja paikkatietopalvelu OIVAn kautta on saatavilla tietoa vesistöjen vedenkorkeuksista ja niiden ääriarvoista. Vedenkorkeuksien ja virtaamien vaihteluita on selvitetty muun muassa julkaisussa Suomen ympäristö 45/2007. Tulvakartat löytyvät tulvakarttapalvelun kautta sekä OIVasta paikkatietoaineistona ja -rajapintana. Patojen vahingonvaaraselvityksien tulvavaara-alueet löytyvät myös karttapalvelusta.

Meren rannikon vedenkorkeuksien ja aallokon vaihteluista saa tarvittaessa tietoja Ilmatieteen laitoksesta. Merenpinnankorkeuden tuntiarvoja on saatavilla maksutta Ilmatieteen laitoksen avoin data -palvelusta. Lisäksi tietoa merenpinnan vedenkorkeusvaihteluista löytyy internet-sivuilta.

Tulvakorkeuksien huomioon ottaminen edellyttää kunnan, ELY-keskuksen ja rakennushankkeeseen ryhtyvän tiivistä yhteistyötä. Ennen kaavoittamista kunnan tulisi selvittää alueen tulvakorkeudet. Haja-asutusalueella rakentajan vastuulla on selvittää rakennuspaikan tulvakorkeudet ja maaperäolosuhteet. Tässä tapauksessa kunnan rakennusviranomaisen tulisi ohjata hankkeeseen ryhtyvää hakemaan, tai hakea itse tulvakorkeuksia koskevaa tietoa alueen ELY-keskuksesta. Suunnittelijoiden, työnjohdon ja kuntien rakennusvalvonnan tulisi omalta osaltaan huolehtia tulvariskien huomioon ottamisesta.

Asiantuntijoiden ympäristö- ja paikkatietopalvelu OIVA
www.ymparisto.fi/oiva

Tulvakarttapalvelu
www.ymparisto.fi/tulvakartat

Ilmatieteen laitoksen avoin data -palvelu
<https://ilmatieteenlaitos.fi/avoin-data>

Tietoa merenpinnan vedenkorkeusvaihtelusta
<http://ilmatieteenlaitos.fi/vedenkorkeus>

9 Sortuma- ja vyörymäriskin huomioon ottaminen ranta-alueiden käytössä

Sortumia ja vyörymiä esiintyy jokitörmillä ja vesistöjen rannoilla, joiden maalaji on eroosioherkkää tai lujuudeltaan heikkoa. Virtaava vesi tai aallokko kuluttaa rantatörmän alaosaa ja jyrkentää sitä vähitellen. Tämän seurauksena rantatörmä sortuu tai vyöryy veteen, ja rantaviiva siirtyy taaksepäin. Rakentamisessa tehtävät jyrkät maaleikkaukset rantaluiskassa tai ylimääräiset maatäytöt luiskan päällä lisäävät myös vyörymä- ja sortumavaaraa.

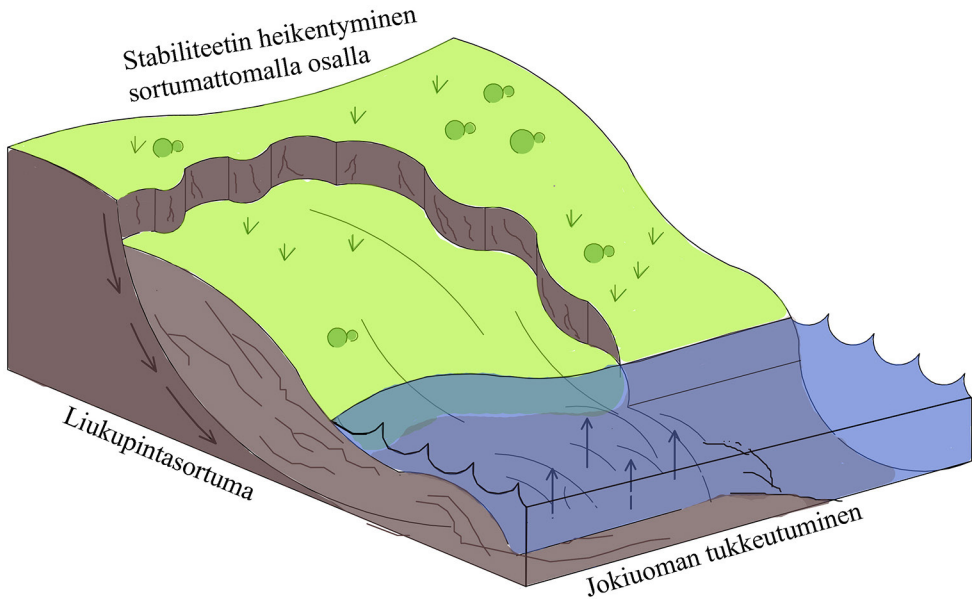
9.1

Rantojen sortumien ja vyörymien syitä

Jokitörmän maamassoilla on pyrkimys hakeutua korkeuserosta ja painovoimasta johtuen tasapainotilaan joen pohjan suhteen. Mikäli maan sisäinen lujuus ylitetään, tapahtuu sortuma. Vakavuutta voidaan arvioida maan sisäisen lujuuden ja sorruttavien voimien suhteena. Myös vedenpinnan korkeus vaikuttaa tasapainotilaan. Matala vedenpinta suhteessa korkeaan rantatörmään alentaa myös rannan vakavuutta.

Sortumia voi tapahtua luonnonmukaisesti tai rakentamisen seurauksena sekä näiden yhteisvaikutuksesta. Luonnonmukainen jokitörmän sortuma hienorakeisessa maassa voi tapahtua siten, että joen virtaus kuluttaa jokiuomaa toispuoleisesti, jolloin rantatörmä vähitellen jyrkkenee ja sortuu lopuksi joko yhtä tai useaa peräkkäistä taso- tai ympyräliukupintaa pitkin. Toisaalta koskien yläpuolisten kynnysten kuluminen tai muusta syystä aiheutuva alimpien vedenkorkeuksien aleneminen voi myös johtaa jokitörmän sortumiseen. Lisäksi paineellisen pohjaveden esiintyminen alueella lisää sortumariskiä.

Sortuma voi tapahtua kahdella tavalla. Jyrkkä ranta voi lohjeta tai valua jokeen, jolloin ranta loivenee ja saavuttaa tasapainotilan. Liukupintasortumassa ranta-alue painuu alaspäin, ja osa joen pohjaa nousee samanaikaisesti ylös (Kuva 19). Sortumat tapahtuvat yleensä sateiden tai runsasvetisen kevään jälkeen, kun vesi laskee joessa nopeasti. Maaperän kosteuspitoisuuden samanaikainen kasvu jokiluiskissa lisää jokitörmän kuormitusta ja aiheuttaa sortuman.



Kuva 19. Liukupintasortuma pengerluiskassa. Kuva: Heikki Hukkanen

Savisilla jokipenkereillä stabiliteettiin vaikuttaa voimakkaasti sekä uoman vedenpinnan että pohjavedenpinnan korkeus. Rankkasateiden aiheuttamat vedenpinnan nousut toisaalta kasvattavat jokiuoman vedenpinnankorkeutta pienentäen sortuman todennäköisyyttä. Toisaalta maan vesipitoisuuden kasvu pohjavedenpinnan yläpuolella lisää maan painoa ja nostaa maassa vallitsevaa huokosvedenpainetta. Sortuman kannalta vaarallisin tilanne saavutetaankin, kun pohjavesi penkereellä on korkeimmillaan ja jokiuomassa vedenpinta matalimmillaan. Huokospaineen kasvu alentaa savi- ja silttimaiden lujuusominaisuuksia ja altistaa penkereitä sortumille.

Vyörymiä esiintyy jokitörmillä ja järvien rannoilla, joiden maalaji on eroosioherkkää kuten hiekkaista silttiä, silttistä hiekkaa tai hienoa hiekkaa. Virtaava vesi tai aallokko kuluttaa rantatörmän alaosa ja jyrkentää sitä vähitellen. Tämän seurauksena rantatörmä vyöryy tai valuu veteen, ja rantaviiva siirtyy taaksepäin.

Suomessa ei tiettävästi ole esiintynyt mutavyöryjä (engl. "mudflow"). Niitä syntyy rankkasateiden ja veden virtausten huuhtoessa liikkeelle esim. vuorten rinteiltä suuria määriä maaperän aineksia, ja jopa isoja kiviä veden mukaan. Tällaiset puuromaiset tai vellimäiset maa-ainesvirrat ovat äkillisiä ja nopealiikkeitä ja voivat aiheuttaa pahoja katastrofeja. Mutavyöryjen mahdollisuus lisääntyy maaperää sitovaa kasvipeitettä hävitettäessä ja ilmastomuutoksen vaikuttaessa sateisiin tai jäätiköiden sulamiseen.

Rakentamisesta aiheutuvaan sortumaan vaikuttaa yleensä jo valmiiksi alhainen vakavuus ranta-alueella, jota heikennetään edelleen. Rantatörmän päälle siirrettävät uudet maamassat aiheuttavat vakavuuden heikkenemisen. Samoin konekuormat ja tärinä voivat edesauttaa sortumaa. Myös joen pohjan muuttaminen esim. ruoppaamalla voi heikentää vakavuutta. Lisäksi jokitörmään johdettavat kuivatus- ja hulevedet tai valumavesien virtausmuutokset voivat aiheuttaa eroosiota ja syöpymiä.

Rakennettaessa lähelle vesi uomia vakavuus tulisi tutkia aina, kun rakentaminen ulottuu alueille, jotka voivat vaikuttaa uoman stabiliteettiin. Maan sisäisen lujuuden suhdetta sorruttaviin voimin kuvataan kokonaisvarmuusluvulla F . Mikäli sorruttavat voimat ylittävät maan sisäinen lujuuden ($F < 1$), tapahtuu sortuma. Kokonaisvarmuusluku rakennuspohjalle tulee olla $F > 1,8$ ja piha-, puisto- ja virkistysalueille $F > 1,5$ (Suomen rakentamismääräyskokoelma: B3 Pohjarakenteet; Määräykset ja ohjeet 2004). Rantojen luonnontilainen stabiliteetti on monin paikoin liian alhainen jo ennen uutta rakentamista ja lisäkuormitusta. Savipohjaisten rantaluiskien vakavuutta ja rakennettavuutta voidaan parantaa pohjanvahvistuksella, esim. maapohjan stabiloinnilla tai rannan maamassojen keventämisellä.

9.2

Sortumavaarallisten alueiden erityispiirteitä

Paksuimmat savikerrokset (jopa 50-60 metriä) sijaitsevat Lounais-Suomessa. Laaja-alaiset savikot ovat melko yleisiä myös Etelä-Suomen ja Pohjanmaan rannikkoalueilla. Saven lujuus on näillä alueilla heikoin, jolloin sortumat ovat yleisempiä ja laaja-alaisempia. Erityisesti Lounais-Suomessa ja Uudellamaalla on runsaasti sortumaherkkiä jokitörmä, ja alueilla on korjattu useita rantasortumia (esim. kuva 20).

Muualla tavattavat savikot ovat yleensä pinta-alaltaan pieniä ja ohuita sekä lujuudeltaan parempia ja sijaitsevat pääasiassa järvien ja jokien rannoilla, eikä merkittäviä sortumia ole niillä tapahtunut. Pohjois-Karjalassa ja Kainuussa rantojen sortumat tai vyörymät ovat yleensä aiheutuneet vesistöjen säännöstelystä. Pohjanmaalla jokirantojen syöpymisistä tehdään vuosittain muutama ilmoitus sekä luonnontilaisilta että säännöstellyiltä joilta.



Kuva 20. Toukokuussa 2013 tapahtunut sortuma Ulvilassa. Sortuma vei mukanaan Kokemäenjokeen 400 m² maata ja ulkovessan. Kuva: Hanna Leppänen / Satakunnan Kanssa

9.3

Suosituksset sortumavaaran huomioon ottamiseksi

Uutta rakentamista ei tule sallia sortumaherkille alueille ilman riittäviä selvityksiä ja tarvittavia maapohjan vahvistustoimenpiteitä. Yksityiskohtaisissa kaavoissa tulee ottaa huomioon rakennuspaikan soveltuvuus rakentamiseen ja mahdollinen sortumavaara. Mikäli lupaa haetaan sortumaherkälle alueelle, tulee ennen luvan myöntämistä selvittää rakennuspaikan rakennuskelpoisuus riittävän yksityiskohtaisilla pohjatutkimuksilla.

Maankäyttö- ja rakennuslain luvun 17 pykälän 116 mukaan asemakaava-alueella rakennuspaikan sopivuus ratkaistaan asemakaavassa ja että rakennuspaikan tulee asemakaava-alueen ulkopuolella olla tarkoitukseen sovelias ja rakentamiseen kelvollinen. Rakennuspaikan soveliaisuutta ja kelvollisuutta harkittaessa on muun ohessa otettava huomioon, ettei rakennuspaikalla ole tulvan, sortuman tai vyörymän vaaraa. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee selvittää tämä asia maankäyttö- ja rakennuslain 17 luvun 119 §:n mukaan.

Sortumauhan alaisille alueille rakennettaessa suositellaan selvittämään ranta-alueen kokonaisvakavuus. Geo- ja rakennusteknisten asioiden lisäksi on tarpeen selvittää ranta-alueen vedenkorkeus- ja virtaamavaihtelut sekä niissä ennakoita-

vissa olevat muutokset. Selvityksessä tulisi määritellä turvalliset rakennuspaikat sekä jokitörmän riittävät vahvistustoimenpiteet. Asemakaavaan sisällytettävän ranta-alueen rakentamiskelpoisuus tulisi selvittää riittävällä geoteknisellä asiantuntemuksella kaavoitusprosessin yhtenä osana. Mikäli asemakaavassa esitetään rakentamista tai esimerkiksi kunnallisteknisiä kohteita sortumaherkille alueille, olisi jo kaavassa hyvä ottaa huomioon mahdolliset riskit ja varmistaa alueen rakentamiskelpoisuus. Asemakaava-alueen ulkopuolella ranta-alueelle rakennettaessa olisi lupakäsittelyn perustuttava riittävään tietoon ja asiantuntemukseen rakennuspaikan sopivuudesta sortuma- ja vyörymäherkkyyden kannalta.

Tapahtuneista ranta-alueiden sortumista ja vyörymistä on esitetty tietoja vuonna 1999 julkaistussa oppaassa (Ollila ym. 1999). Tämän jälkeen tapahtuneita sortumia ja vyörymiä ei ole dokumentoitu keskitetysti, vaan tieto on lähinnä kunnissa.

10 Rakentaminen tulvavaara-alueelle

Alueidenkäytön suunnittelussa ja rakentamisessa tulee noudattaa maankäyttö- ja rakennuslain säännöksiä, jolloin myös punnitaan rakentamispaikan soveltuvuus ja arvioidaan rakentamisen vaikutukset ympäröivälle maankäytölle ja ympäristölle. Rakentamisessa tulisi aina noudattaa myös edellisissä luvuissa 6 ja 7 esitettyjä suosituksia. Uudet rakennukset on tarpeen rakentaa aina vähintään nykyisten suositusten mukaiselle tasolle. Tulvavaara-alueelle rakennetun rakennuksen suojaaminen voi olla teknisesti mahdotonta ja kohtuuttoman kallista. Useasti toistuvien tulvavahinkojen korjaaminen ei ole taloudellisesti järkevää, rakennusten elinkaari ja haavoittuvuus huomioon ottaen. Lisäksi vakuutusten korvaussuoja on tarkoitettu poikkeuksellisia tai yllätyksellisiä tilanteita varten.

Haavoittuvia rakennuksia ei tule sijoittaa edes hyvin suojeltuna tulvavaara-alueelle. Tulvatilanteessa rakennus täytyy tarvittaessa pystyä evakuoimaan turvallisesti. Esimerkiksi pelastuslain 9 §:n mukaan rakennuksen omistajan ja haltijan sekä toiminnanharjoittajan on osaltaan huolehdittava siitä, että pelastustoiminta on tulvan sattuessa mahdollista.

Seuraavassa (alaluvut 10.1 ja 10.2) kuvataan, mitä asioita tulisi ottaa huomioon ja miten tulvavahinkoja voidaan ehkäistä tai vähentää, mikäli harkitaan tulvavaara-alueen muuttamista rakentamiseen soveltuvaksi. Rakennusteknisten seikkojen ohella tulee kiinnittää huomiota siihen, että tulvavaara-alueilla rakentamista tai korjauksia harkitsevat, sekä alueen asukkaat ovat tietoisia alueen tulvariskistä. Huomiota on kiinnitettävä myös kiinteistön omistajan tai haltijan vastuuseen suojella itseään ja omaisuuttaan tulvien varalta.

10.1

Rakentamisessa huomioon otettavia asioita

Vaikka vanhat rakennukset on perinteisesti rakennettu riittävän ylös tulvavaarasta, on vesistössä, alueen maankäytössä tai rakennuspaikassa voinut tämän jälkeen tapahtua sellaisia muutoksia, että olemassa olevien rakennusten alimpia rakentamiskorkeuksia ei tulisi enää nykyään käyttää suunnittelun perustana.

Rakennuspaikka on saattanut painua tai sen vakaus muuttua, vesistöalueella on voitu toteuttaa esimerkiksi vesirakentamista, soiden kuivatustöitä tai muita maankäytön muutoksia, jotka ovat pahentaneet tulvia. Lyhytaikaisäännöstely saattaa eräissä tapauksissa aiheuttaa osittain rakennetuissa jokivesistöissä jääpeitteen kasvun normaalia paksummaksi, minkä seurauksena jääpatotulvien riski voi lisääntyä.

Monilla vesistöalueilla on toteutettu tulvia alentavia säännöstelyjä tai tehty ruopauksia ja rakennettu tulvapenkereitä. Näiden tulvasuojeluratkaisujen avulla voidaan hallita melko pahojakin tulvia. Tulvasuojelua ei kuitenkaan aina voida käytännön syistä – usein teknis-taloudellisista – mitoittaa kaikkein harvinaisimpien tulvien torjumiseen. Näin tulva saattaa joskus levitä sellaisillekin alueille, jotka yleensä ovat tulvilta suojattuja.

Virtaava vesi, ja erityisesti sen mukana kulkevat jäät, aiheuttavat suurempia vahinkoja rakenteille kuin samalla korkeudella oleva vakaa vesi. Virtaavan veden aiheuttama eroosio ja sortumat voivat aiheuttaa vahinkoja, vaikka veden pinta ei nousisi edes maanpinnan tasolle rakennuksen kohdalla. Suunnittelualan ollessa joen rannalla olisi hyvä miettiä, miten virtausta rakennuksen kohdalla saadaan vähennettyä.

Alueen maankäyttö tai tulvariskien hallinta voivat muuttua uuden rakennuksen elinkaaren aikana. Tulvariskien hallinnalla pyritään pääsääntöisesti vähentämään vesistöalueen tulvariskiä siten, että vahingot olisivat mahdollisimman pienet koko valuma-alue huomioon ottaen. Tämä tarkoittaa sitä, että tulvatilanteessa kokonaisvahinkojen minimoimiseksi voi olla tarpeen juoksuttaa tai ohjata tulvavesiä siten, että niistä aiheutuu vahinkoja yksittäisille rakennuksille, jos samalla saadaan vältettyä useampien kohteiden vahingoittuminen. Tämä olisi hyvä ottaa huomioon jo rakennusta suunniteltaessa esimerkiksi miettimällä kohdekohtaisia tulvasuojeluratkaisuja. Tulvavaaran torjuminen tulisi kuitenkin toteuttaa sellaisin toimenpitein, jotka eivät muuta olennaisesti maisemaa.

Tilapäisillä, nopeasti pystytettävillä tulvasuojeluratkaisuilla voidaan pienentää tulvavahinkoja etenkin jokivesistöissä ja meren rannikolla. Kunta voi suunnitella suojeluratkaisut alueelle jo kaavoituksen yhteydessä. Tilapäisiä tulvasuojelurakenteita ja niiden käyttömahdollisuuksia Suomessa on selvitetty Uudenmaan ympäristökeskuksen raportissa 2/2006 (Tilapäiset tulvasuojelurakenteet – selvitys tarjolla olevista vaihtoehdoista. Suhonen & Rantakokko 2006).

10.2

Tulvankestävä rakentaminen

Tulvankestävällä rakentamisella tarkoitetaan rakentamista siten, että tulvavesi ei pääsis sisään rakennukseen, eikä esimerkiksi vesihuoltoratkaisuja vaurioittamaan, tai että rakennuksen kastuessa vahingot jäisivät mahdollisimman pieniksi. Kiinteistön alueella tai rakennuksen ympärille toteuttavan kiinteistökohtaisen tulvasuojelun, kuten esimerkiksi tulvavallien tai rakennuksen ympärille asennettavan muovin, ohella

tulvaveden saartaman rakennuksen kastuminen voidaan estää rakenteessa huomioon otettavin asioin. Tällaisia ovat esimerkiksi viemäreiden takaiskuventtiilit, tulvaovet ja -ikkunat, tai rakennuksen korottaminen tulvankestävin ratkaisuin ympäröivää maanpintaa korkeammalle. Kaikissa vaihtoehtoissa tulisi kuitenkin miettiä, miten tulvanaikainen evakuointi voidaan toteuttaa, jos normaali kulkuyhteys kiinteistölle on käyttökelvoton.

Rakennuksen haavoittuvuutta vähentäviä menetelmiä tulvankestävässä rakentamisessa ovat kastumista kestävien materiaalien käyttö, haavoittuvan talotekniikan ja irtaimiston siirtäminen ylempiin kerroksiin, tai alimman kerroksen taikka kellarin rakentaminen siten että tulvasta ei aiheudu vahinkoa. Toimenpiteet tulee ottaa huomioon jo rakennusta suunniteltaessa tai toteuttaa olemassa oleviin rakennuksiin esimerkiksi peruskorjauksen yhteydessä.

Rakennuksen perustamistason korottaminen rakennuspaikalla ja sen ympäristössä on yksi keino tulvavaara-alueelle rakentamiseksi. Tällöin tulee ottaa huomioon, että maanpinnan korottamisella tai pengertämisellä voi olla myös haitallisia vaikutuksia esimerkiksi ympäröivään maisemaan ja ympäröivien alueiden hulevesiin, varsinkin jo rakennetuilla alueilla. Maanpinnan korottaminen savimailla saattaa lisätä maanpinnan sortumariskiä merkittävästi ja tulvaveden pääsy korotusmaiden ympärille voi aiheuttaa maamassan vettymistä ja sen kantavuuden heikkenemistä. Lisäksi mahdollisessa tulvatilanteessa rakennuksen evakuointi voi vaikeutua, mikäli kulkuyhteys rakennukseen katkeaa. Aallokolle alttiilla paikalla korottaminen voi johtaa rannan jyrkkeneemiseen ja sen vuoksi suurempaan aaltoiluvaraan. Aallokon nousukorkeus voi kasvaa jopa toteutettua korotusta enemmän.

Pelastuslaitokset ovat laatineet omilta alueiltaan pientalon tulvaturvallisuusoppaita, joissa on esitetty mitä omatoimisessa tulviin varautumisessa tulisi ottaa huomioon, ja mitä toimia asukas voi tehdä ennen tulvaa, tulvan aikana ja tulvan jälkeen.

Valtakunnallisia ohjeita tulviin varautumiseksi ja tulvatilanteessa toimimiseksi löytyy mm. osoitteista:

- [www.ymparisto.fi /tulvaohjeet](http://www.ymparisto.fi/tulvaohjeet)
- [http://ilmatieteenlaitos.fi /toimintaohjeita-akkitulviin](http://ilmatieteenlaitos.fi/toimintaohjeita-akkitulviin)
- <http://www.spek.fi/Suomeksi/Varautuminen-ja-vss/Tulva>

11 Yhteenveto

Tulvat aiheuttavat Suomessa vuosittain vahinkoja jossakin osassa maata. Vesistötulvien ohella merkittäviä vahinkoja on aiheutunut meriveden poikkeuksellisesta noususta sekä rankkasateiden seurauksena taajamien hulevesitulvista. Vahingot kohdistuvat pääosin rakennuksiin, infrastruktuuriin ja irtaimistoon. Maankäytön suunnittelulla ja rakentamisen ohjauksella on keskeinen rooli tulvavahinkojen ennaltaehkäisyssä ja vähentämisessä.

Oppaassa on esitetty periaatteet alimpien suositeltavien rakentamiskorkeuksien määrittämiseksi sisävesien ja meren ranta-alueilla. Suositusten tavoitteena on, että rakennuksille aiheutuisi tulvavahinkoja vain keskimäärin kerran 100–200 vuodessa tai harvemmin esiintyvillä tulvilla. Sisävesien osalta suositus perustuu kunkin vesistön keskimäärin kerran 100 vuodessa toistuvaan tulvavedenkorkeuteen, johon lisätään tarvittaessa rakennustyyppistä, vesistön ominaispiirteistä, ilmastonmuutoksesta tai aaltoiluvarasta johtuva harkinnanvarainen lisäkorkeus. Mikäli tällä tavoin saatu korkeus on havaintojen mukaan joskus ylitetty, tulee tätä havaittua tulvakorkeutta käyttää suositusten perustana.

Itämeren rannalla suositusten perustana on vedenkorkeus, jonka ylittymisen todennäköisyys vuonna 2100 on 1/250 (0,4 %). Suosituksessa on otettu huomioon meren lyhytaikaiset vedenkorkeusvaihtelut, maan kohoaminen, valtamerien pinnan nousu ja Itämeren vesimäärän muutokset. Myös meren rannikolla tulee tulvakorkeuden lisäksi ottaa huomioon harkinnanvarainen lisäkorkeus.

Harkinnanvarainen lisäkorkeus pitää usein määritellä rakennuspaikkakohtaisesti. Muun muassa rakennuspaikan alttius aallokalle johtuu avoimen ulapan laajuudesta ja rannan jyrkkyydestä. Myös rakennuksen haavoittuvuus ja esimerkiksi evakuoitumahdollisuudet vaikuttavat siihen, millainen tulvasuojelutaso ja alin rakentamiskorkeus rakennukselle voidaan sallia. Sortuma- ja vyörymärisä tulee myös ottaa huomioon rakennuspaikkaa valittaessa.

Opas on päivitetty versio vuoden 1999 vastaavasta oppaasta (Ollila ym. 1999). Merenrannikon osalta vedenkorkeudet ovat virherajojen puitteissa pääosin samalla tasolla maan suhteen, mutta suositusten lukuarvot ovat kasvaneet, koska vuoden 1999 suositukset olivat N60-korkeusjärjestelmässä ja nyt annetut N2000-järjestelmässä. Lisäksi aikaisempiin meren rannikon suosituksiin sisältyi kaavamainen 30 cm:n

aaltoiluvara, jollaisen käyttöä ei enää pidetä perusteltuna, koska se on monessa suojatussa paikassa tarpeettoman suuri ja aallokolle alttiissa paikassa yleensä liian pieni. Tämän oppaan suosituksiin on lisättävä tarvittaessa aaltoiluvara. Sisävesien osalta uusien suositusten mukaan lähtökorkeus tulisi ensisijaisesti määrittää HW 1/100 vedenkorkeuden perusteella aikaisemman HW 1/50 + 30 cm sijaan. Lisäksi jää- ja suppotulvien lisäkorkeuden suositusta on nostettu 30 cm:llä vuoden 1999 oppaasta.

Oppaaseen on koottu tietoa tulvien esiintymisestä, tulvista aiheutuvista vahingoista, tulvariskien hallinnasta sekä ranta-alueiden sortuma- ja vyörymävaarasta keskittyen asioihin, joita on tarpeen ottaa huomioon kaavoitettaessa ja rakennettaessa alaville ranta-alueille.

Opas on tarkoitettu avuksi maankäytön suunnitteluun ja rakentamisen ohjaukseen osallistuvien viranomaisten ja jossain määrin myös yksityisten toimijoiden kuten vakuutusyhtiöiden tarpeisiin. ELY-keskusten tehtävänä on antaa suosituksia alimmista rakentamiskorkeuksista ja tulvariskeistä vesistöjen rannoilla, kun taas meren rannikolla tehtävä kuuluu Ilmatieteen laitokselle. Kunta päättää alimmista rakentamiskorkeuksista alueellaan, mutta lopullinen vastuu on lähtökohtaisesti rakennushankkeeseen ryhtyvällä.

Terminologia

Alin rakentamiskorkeus

Alin rakentamiskorkeus tarkoittaa korkeustasoa, jonka alapuolelle ei tule sijoittaa rakenteita jotka vaurioituvat kastuessaan, esimerkiksi rakennuksen alapohjaa. Tulvakorkeuden lisäksi alin rakentamiskorkeus riippuu rakennuksen käyttötarkoituksesta ja rakennustavasta sekä vesistön ominaispiirteistä johtuvasta lisäkorkeudesta ja mahdollisesta aaltojen vaikutuksesta. Lattiakorkeuden tulisikin olla selvästi alimman rakentamiskorkeustason yläpuolella muun muassa rakennusteknisistä yksityiskohdista johtuen.

Hulevesi

Hulevedellä tarkoitetaan taajaan rakennetulla alueella maan pinnalle tai muille vastaaville pinnoille kertyvää sade- tai sulamisvettä. Hulevesitulvat ovat nopeasti alkavia, lyhytkestoisia ja melko paikallisia ja niitä kutsutaankin usein myös taajama- tai rankkasadetulviksi. Ne syntyvät, kun kuivatusjärjestelmät kuten viemäriverkko tai avo-ojat eivät poista riittävän nopeasti sadevettä.

Jäännösriski

Jäännösriskillä tarkoitetaan tässä oppaassa niitä tulvan mahdollisia haitallisia vaikutuksia, joita ei voida tai joita ei kannata teknisistä tai taloudellisista syistä estää. Jäännösriski on hyväksytyn tulvalta suojautumisen tason ulkopuolelle jäävä osa.

Jääpato

Jääpato on veden virtausta joessa rajoittava jään kasautuma. Yleensä jääpadolla tarkoitetaan jäänlähden aikaista jäälauttojen kasautumaa, mikä saattaa nostaa vedenpintaa joessa.

Korkeusjärjestelmä eli korkeusdatumi

Korkeusjärjestelmä määrittelee sen vertauskorkeuden, josta kaikki muut korkeudet mitataan tai lasketaan. Korkeusjärjestelmälle voidaan käyttää myös nimeä korkeusdatumi.

Lattiakorkeus

Lattiakorkeudella tarkoitetaan rakennuksen alimman lattiapinnan korkeustasoa. Lattia on kantavan rakenneseosan (alapohjan tai välipohjan) ylin pintarakenne.

Meren aallokon nousukorkeus

Aallokon nousukorkeudella meren rannikolla tarkoitetaan sitä korkeutta, jonne yhtenäinen vesi nousee suurimpien aaltojen vaikutuksesta, kun vertailutasona on maan suhteen kiinteä korkeusjärjestelmä N2000.

Perustamistaso

Perustamistasolla tarkoitetaan maanpinnan tasoitettua pintaa, jonka päälle tehdään ensimmäinen rakennettu kantava kerros. Toisin sanoen perustamistaso on maanpinnan taso, josta aloitetaan rakentaminen.

Perustus

Perustus on rakennusten ja rakennelmien maata vasten tuleva osa. Perustuksiin kuuluu maanpinnan alapuolisia rakenteita (paalutus, arinat, anturat) ja maanpäällinen kivijalka eli sokkeli. Perustuksen ja sen yläpuolisen rakennuksen tai rakenteen rajan määrittely on jonkin verran tulkinnanvarainen. Perustusrakenteita ovat yleensä ainakin rakennuksen alimman alapohjan tason alapuoliset kantavat rakenteet.

Seiche

Seiche on altaaseen syntyvä ominaisheilahtelu eli seisova aalto. Seiche voi syntyä esimerkiksi järvissä, merenlahdissa tai satama-altaissa, kun painovoima pyrkii palauttamaan esimerkiksi tuulen poikkeuttaman vesimassan takaisin tasapainotilaan ja altaan reunat heijastavat häiriön takaisin synnyttäen interferenssin. Myös koko Itämeren altaassa esiintyy seiche, joka vaikuttaa Itämeren lyhytaikaiseen pinnan vaihteluun.

Suppo eli hyyde

Supolla tarkoitetaan virtaavassa alijäähtyneessä vedessä muodostuvia jääkiteitä. Jääkiteet voivat tarttua uoman pohjaan pohjajääksi tai vesirakenteisiin, haitaten veden kulkua.

Teoreettinen keskivesi (MW)

Teoreettinen keskivesi (MW) on käytännön tarpeita varten tehty ennuste meriveden korkeuden pitkäaikaisesta keskiarvosta (täsmällisemmin odotusarvosta). Meriveden keskivedessä on otettu huomioon maan kohoaminen ja vedenkorkeuden hidas nousu. Olosuhteiden muutosten vuoksi teoreettinen keskivesi ei ole vakio. Ilmatieteen laitos vahvistaa meriveden teoreettisen keskiveden korkeuden vuosittain. Teoreettista keskivettä käytetään Suomessa kun ilmoitetaan meriveden korkeustietoja yleisölle esimerkiksi internetissä, radiossa ja sanomalehdissä. Katso myös vedenkorkeus.

Toistuvuusaika, tulvan todennäköisyys

Toistuvuusaika tarkoittaa sen ajanjakson pituutta, joka keskimäärin kuluu, ennen kuin tietyn suuruinen tai sitä suurempi tulva esiintyy uudelleen. Tulvat eivät kuitenkaan esiinny säännöllisesti. Esim. tilastollisesti kerran 100 vuodessa toistuva tulva (1/100a) tarkoittaa, että tulva koetaan keskimäärin kymmenenä kertaa tuhannen vuoden aikana. Vuotuinen todennäköisyys tämän suuruisen tulvan esiintymiselle on 1 %. Erittäin harvinaisena tulvana voidaan pitää tulvaa, jonka toistuvuusaika on kerran 500...1000 vuodessa (vuotuinen todennäköisyys 0,2...0,1 %).

Tulva

Tulvalla tarkoitetaan vesistön vedenpinnan noususta (vesistötulva), merenpinnan noususta (merivesitulva) tai hulevesien kertymisestä (hulevesitulva) aiheutuvaa maan tilapäistä peittymistä vedellä.

Tulvakorkeus

Tulvakorkeus on se vedenkorkeustaso, jolla vesistö tai meri tulvii. Tulvakorkeus voidaan ilmoittaa toistuvuutena (esim. tulvakorkeus HW 1/50) tai vedenkorkeutena (esim. tulvakorkeus +73,20 m N2000).

Tulvariski

Tulvariskillä tarkoitetaan tulvan esiintymisen todennäköisyyden ja tulvasta ihmisten terveydelle, turvallisuudelle, ympäristölle, infrastruktuurille, taloudelliselle toiminnalle ja kulttuuriperinnölle mahdollisesti aiheutuvien vahingollisten seurausten yhdistelmää. Tulvariski voidaan määritellä myös seuraavan kaavan mukaisesti: *Tulvariski = Todennäköisyys x Seuraukset*, jossa *Seuraukset = Vaara x Haavoittuvuus*.

Tulvariskialue

Tulvariskialue on maantieteellinen alue, jolle tulvavaara aiheuttaa vahinkoriskin, ts. alue, jolla vallitsee tulvavaara ja jolla on sellainen vahinkopotentiaali tai haavoittuvuus, että tulva aiheuttaisi vahinkoja. Merkittävällä tulvariskialueella tarkoitetaan tulvariskilainsäädännön mukaisesti nimettyä, tulvariskien alustavan arvioinnin perusteella tunnistettua aluetta.

Tulvasuojelutaso

Tulvasuojelutasolla tarkoitetaan sitä tulvan toistumisaikaa tai vedenkorkeutta, jota vastaavalta tulvavedenkorkeudelta rakennus tai muu toiminto suojataan. Esimerkiksi keskimäärin kerran sadassa vuodessa toistuvalla tulvalla suojaaminen voi tarkoittaa niin korkean tulvapenkereen rakentamista että vasta sitä harvinaisempi tulva nousee penkereen yli, valmiutta vastaavan korkuisen tilapäisen tulvasuojelurakenteen tekemiseen, tai rakennuksen perustusten nostamista niin ylös ettei kyseinen tulvavedenkorkeus aiheuta vaurioita rakenteille. Suojaamisella voidaan tarkoittaa myös esimerkiksi rakennuksen sijoittamista valitun riskitason mukaisen tulva-alueen ulkopuolelle.

Tulvavaara

Tulvan aiheuttama olosuhde, josta saattaa aiheutua vahingollisia seurauksia riippuen vaaran suuruudesta ja altistuvista kohteista. Tulvavaaran suuruutta voidaan mitata esim. vesisyvyydellä, virtausnopeudella tai näiden yhdistelmällä sekä tulvan nousunopeudella.

Tulvavaara- ja tulvariskikartta

Tulvavaarakartta kuvaa veden alle jäävät alueet ja vesisyvyyden sekä vallitsevan vedenkorkeuden tietyllä tulvan todennäköisyydellä. Tulvavaara- ja tulvariskikarttoja laaditaan ainakin tulville, joiden vuotuinen todennäköisyys on 2 % ja 1 % sekä erittäin harvinaiselle tulvalle. Tulvakartalla voidaan myös esittää tietyn suuruisen tulvan aiheuttama riski (tulvariskikartta).

Valuma-alue

Alue, josta vesistö saa vetensä. Valuma-aluetta rajaavat vedenjakajat eli rajakohdat, joiden eri puolilta vedet virtaavat eri suuntiin.

Vedenkorkeus, W

Vedenpinnan korkeus, joka ilmoitetaan jossakin korkeusjärjestelmässä. Sisävesillä keskivedenkorkeus (MW) tarkoittaa tietyn havaintojakson keskimääräistä vedenkorkeutta ja ylivedenkorkeudella (HW) tarkoitetaan havaintojakson suurinta vedenkorkeutta. Merenrannalla termi MW tarkoittaa teoreettista keskiveden korkeutta, joka muuttuu ajan myötä (kts. Teoreettinen keskivesi).

Virtaama, Q

Virtaamalla tarkoitetaan uoman poikkileikkauksen läpi kulkevan vesimäärän tilavuutta aikayksikössä (m^3/s). Keskivirtaama (MQ) on tietyn havaintojakson keskimääräinen virtaama ja ylivirtaama (HQ) tarkoittaa havaintojakson suurinta virtaamaa.

LÄHTEET

- Church, J.A., P.U. Clark, A. Cazenave, J.M. Gregory, S. Jevrejeva, A. Levermann, M.A. Merrifield, G.A. Milne, R.S. Nerem, P.D. Nunn, A.J. Payne, W.T. Pfeffer, D. Stammer, A.S. Unnikrishnan, 2013. Sea Level Change. Teoksessa *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (toim. T.F. Stocker ym.). Cambridge University Press: Cambridge ja New York.
- Ekroos, A. & Hurmeranta, U. 2011. Tulvariskit – kaavoitusta ja rakentamista koskeva lainsäädäntö. Suomen Kuntaliitto ja Helsingin seudun ympäristöpalvelut. 1.11.2011.
- Finanssialan Keskusliitto. 2013. Tulvavahinkokorvaustiedot huhtikuu 2010 - tammikuu 2011, excel. Toimitettu SYKEen 20.2.2013.
- Jarva A. ym. 2005. Rantojen maankäytön suunnittelu, Ympäristöopas 120. Ympäristöministeriö 2005. 172 s. ISSN 1238-8602, ISBN 951-731-299-7 (nid.), 951-731-300-4 (PDF)
- Johansson, M.M., Pellikka, H., Kahma, K. & Ruosteenoja, K. 2014. Global sea level rise scenarios adapted to the Finnish coast. *Journal of Marine Systems*, 129, 35-46.
- Kahma, K., Pettersson, H., Boman, H. & Seinä, A. 1998. Alimmat suositeltavat rakennuskorkeudet Pohjanlahden, Saaristomeren ja Suomenlahden rannikoilla. Merentutkimuslaitos.
- Kahma K., Pellikka, H., Leinonen, K., Leijala, U. & Johansson, M.M. 2014. Pitkän aikavälin tulvariskit ja alimmat suositeltavat rakentamiskorkeudet Suomen rannikolla. Ilmatieteen laitos, Merentutkimusyksikkö.
- Korhonen, J. 2007. Suomen vesistöjen virtaaman ja vedenkorkeuden vaihtelut. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 45/2007. 120 s.
URN:ISBN 978-952-11-2935-3, ISBN 978-952-11-2935-3 (PDF). Julkaisu on saatavana myös painettuna 978-952-11-2934-6 (nid.) <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/38428>
- Koskela, J. 2013. Vesistötulvien toistuvuuden arviointi. Suomen ympäristökeskus. Julkaisematon raportti.
- Kuntaliitto. Hulevesiopas. 2012. ISBN 978-952-213-896-5. http://shop.kunnat.net/product_details.php?p=2714
- Lonka, H. & Raivio, T. 2007. Case-selvitys Vaasan kaupunkitulvasta 31.7.2003, loppuraportti. Gaia Group Oy. 22s.
- Maa- ja metsätalousministeriö. 2012. Tulvariskien hallinnan tavoitteet. Muistio 13.4.2012.
- Ollila, M. (toim.) 1999. Ylimmät vedenkorkeudet ja sortumariskit ranta-alueille rakennettaessa. Suositus alimmista rakentamiskorkeuksista. Helsinki, Suomen ympäristökeskus, ympäristöministeriö ja maa- ja metsätalousministeriö. Ympäristöopas 52. 54 s. ISBN 952-11-0413-9, ISSN 1238-8602
- Ollila, M., Virta, H. & Hyvärinen, V. 2000. Suurtulvaselvitys. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 441. 138 s. ISBN 952-11-0795-2. Saatavissa: <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/40504>.
- Ollila, M., Virta, H. & Hyvärinen, V. 2000. Suurtulvaselvitys. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 441. 138 s. ISBN 952-11-0795-2.
- Sane, M., Alho, P., Huokuna, M., Käyhkö, J. & Selin, M. 2006. Opas yleispiirteisen tulvakartoituksen laatimiseen. Ympäristöopas 127. 73 s. Suomen ympäristökeskus, Helsinki. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/41018>
- Silander, J. & Parjanne, A. 2012. Tulvariskien hallinnan euromääräisten vahinkojen ja hyötyjen arviointi. Julkaisematon raportti. Suomen ympäristökeskus. 38 s.
- Suhonen, V. & Rantakokko, K. 2006. Tilapäiset tulvasuojelurakenteet – selvitys tarjolla olevista vaihtoehdoista. Uudenmaan ympäristökeskuksen raportteja 2/2006. 35 s. ISBN-13: 9789521123177, ISBN-10: 9521123176
- Suomen rakentamismääräyskokoelma: B3 Pohjarakenteet. Määräykset ja ohjeet 2004. Ympäristöministeriö, asunto- ja rakennusosasto. Suomen rakentamismääräyskokoelma. (2003)
- Suomirakentaa.fi –internetsivut. Lomarakentaja » Lomarakennuttaminen ja suunnittelu » Rantarakentamisessa on pelisäännöt. viitattu 25.3.2014. Sivujen ylläpito: Rakennustutkimus RTS Oy ja Rakentajan tietopalvelu RTI Oy. Saatavissa: <http://www.suomirakentaa.fi/loimarakentaja/suunnittelu-ja-valmistelu/kaavoitus-ohjaa-rakentamista>

- Timonen, R., Ruuska, R., Suihkonen, K., Taipale, P., Ollila, M., Kouvalainen, S., Savea-Nukala, T., Maunula, M., Vähäsöyrinki, E. & Hanski, M. 2003. Suurtulvatyöryhmän loppuraportti. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. Työryhmämuistio MMM 2003:6. 96 s.
- Tulvariskien hallinnan koordinoitiryhmä, Maa- ja metsätalousministeriö. Muistio 22.12.2010. Merkittävän tulvariskialueen kriteerit ja rajaaminen. <http://www.ymparisto.fi/download/noname/%7BD4A4429E-8F98-42A3-B61F-DA2C6D0419CF%7D/37008>
- Tulvariskityöryhmä: Kaatra, K., Hanski, M., Hurmeranta U., Madekivi, O., Nyroos, H., Paunila, J., Routti-Hietala, N., Ruuska, R., Salila, J., Savea-Nukala, T., Tynkynen, A., Ylitalo, J., Kemppainen, P. & Rotko, P. 2009. Tulvariskityöryhmän raportti. Maa- ja metsätalousministeriö, Helsinki. Työryhmämuistio MMM 2009:5. 109s. Saatavissa: <http://www.mmm.fi/fi/index/julkaisut/tyoryhmamuistiot.html>. ISBN 978-952-453-475-8 (painettu), 978-952-453-476-5 (verkkojulkaisu)
- Veijalainen, N., Jakkila, J., Nurmi, T., Vehviläinen, B., Marttunen, M. & Aaltonen, J. 2012. Suomen vesivarat ja ilmastomuutos – vaikutukset ja muutoksiin sopeutuminen. WaterAdapt-projektin loppuraportti. Suomen ympäristö 16/2012, Luonnonvarat, 138 sivua. Suomen ympäristökeskus (SYKE). URN:ISBN: 978-952-11-4018-1, ISBN 978-952-11-4018-1 (PDF). Julkaisu on saatavana myös painettuna ISBN 978-952-11-4017-4 (nid.). <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/38789>
- Waylen, K., Aaltonen, J., Bonaiuto, M., Booth, P., Bradford, R., Carrus, G., Cuthbert, A., Langan, S., O'Sullivan, J., Rotko, P., Twigger-Ross, C. & Watson, D. 2011. URFlood – Understanding uncertainty and risk in communicating about floods. (2nd ERA-NET CRUE Research Funding Initiative – Final Report).

Muuta aiheeseen liittyvää kirjallisuutta

- Lonka H. & Nikula J, 2008. Maankäyttö ja kuntatekninen suunnittelu taajamien tulvariskien hallinnassa. KASra1/2008. 73 s. ISBN 978-952-11-3123-3 (PDF) 978-952-11-3122-6 (nid.).
- Peltonen, L., Haanpää, S., Lehtonen, S. 2006. EXTREFLOOD – tulvariskien hallinta yhdyskuntasuunnittelussa. Suomen ympäristö 22/2006. 56 s. ISSN: 1796-1637 ISBN: 952-11-2291-9. <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/38756>
- Alho, P., Sane, M., Huokuna, M., Käyhkö, J., Lotsari, E. & Lehtiö, L. 2008. Tulvariskien kartoittaminen. Suomen ympäristökeskus. Ympäristöhallinnon ohjeita 2/2008. Helsinki. 99 s.
- Eheät yhdyskunnat - Taikasanasta elinympäristöksi, Suomen ympäristö 15/2008. Uudenmaan ympäristökeskus 2008. 100 s. ISBN 978-952-11-3083-0 (nid.), ISBN 978-952-11-3084-7 (PDF)
- YO51 Kosteus rakentamisessa RakMK C2 opas. Ympäristöopas, Rakentaminen, s. 56. Julkaisu on saatavissa vain painetussa muodossa (ISBN 951-682-530-3. Julkaisua myy Rakennustieto Oy, puh. 0207 476401.

Liite I.Vedenkorkeuden kuukausimaksimit eri mareografiasevilla.

Vedenkorkeuden kuukausimaksimit eri mareografeilla N2000-järjestelmässä ylittymistodennäköisyyksillä 1/10, 1/20, 1/50, 1/100, 1/250 ja 1/1000 tapausta/vuosi. Keskiveden muutoksen vuoksi näitä ylittymistodennäköisyyksiä vastaavat vedenkorkeudet N2000-järjestelmässä muuttuvat vuosittain. Taulukon luvut koskevat vuotta 2011. Kulloinkin voimassa olevat arvot ovat saatavilla Ilmatieteen laitokselta. Jakauma perustuu vuosien 1982–2011 kuukausittaisiin vedenkorkeuden maksimiarvoihin. MHW = vuosimaksimien keskiarvo. (Kahma ym. 2014)

	Vedenkorkeus (cm) N2000-järjestelmässä						
Mareografi	MHW	1/10	1/20	1/50	1/100	1/250	1/1000
Kemi	146	184	202	227	246	271	308
Oulu	146	179	194	212	227	245	274
Raahe	126	154	165	179	190	205	228
Pietarsaari	111	140	151	164	174	188	208
Vaasa	101	137	151	168	181	199	225
Kaskinen	103	134	146	162	174	190	214
Mäntyluoto	99	128	139	154	165	180	202
Rauma	102	129	139	151	160	173	191
Turku	104	131	141	153	162	174	192
Föglö	84	110	116	124	131	139	152
Hanko	100	131	142	156	168	182	205
Helsinki	121	154	166	181	193	208	231
Hamina	148	189	205	227	243	264	296

Liite 2.Vedenkorkeudet eri toistuvuuksille eri mareografiasemilla.

Vuosille 2050 ja 2100 lasketut vedenkorkeudet ylittymistodennäköisyyksillä 1/20, 1/50 ja 1/100 tapausta/vuosi (Kahma ym. 2014).

	Vedenkorkeus (cm) N2000-järjestelmässä					
Ylittymistodennäköisyys (tapausta/vuosi)	1/20		1/50		1/100	
Vuosi	2050	2100	2050	2100	2050	2100
Kemi	187	199	211	223	230	242
Oulu	180	198	199	217	214	231
Raahe	150	171	165	187	176	199
Pietarsaari	137	158	150	173	160	184
Vaasa	135	151	153	169	166	183
Kaskinen	133	161	150	178	162	190
Mäntyluoto	131	164	145	180	156	191
Rauma	134	173	147	188	156	198
Turku	141	188	153	202	163	213
Föglö	118	165	127	179	134	188
Hanko	147	201	162	217	173	228
Helsinki	173	228	188	245	200	257
Hamina	214	264	235	285	251	302

Vuodelle 2100 lasketut vedenkorkeudet ylittymistodennäköisyyksillä 1/250 ja 1/1000 tapausta/vuosi (Kahma ym. 2014).

	Vedenkorkeus (cm) N2000-järjestelmässä	
Ylittymistodennäköisyys (tapausta/vuosi)	1/250	1/1000
Vuosi	2100	2100
Kemi	267	304
Oulu	250	279
Raahe	214	236
Pietarsaari	198	219
Vaasa	200	227
Kaskinen	206	231
Mäntyluoto	206	229
Rauma	212	232
Turku	226	245
Föglö	200	216
Hanko	244	266
Helsinki	273	297
Hamina	323	355

KUVAILULEHTI

Julkaisija	Suomen ympäristökeskus (SYKE)		Julkaisu-aika Kesäkuu 2014	
Tekijä(t)	Antti Parjanne ja Mikko Huokuna (toim.)			
Julkaisun nimi	Tulviin varautuminen rakentamisessa - opas alimpien rakentamiskorkeuksien määrittämiseksi ranta-alueilla			
Julkaisusarjan nimi ja numero	Ympäristöopas 2014			
Julkaisun osat/ muut saman projektin tuottamat julkaisut	Julkaisu on saatavana myös internetistä: www.syke.fi/julkaisut helda.helsinki.fi/syke			
Tiivistelmä	<p>Oppaaseen on koottu tietoa tulvien esiintymisestä, tulvista aiheutuvista vahingoista sekä yleisesti tulvariskien hallinnasta keskittyen niihin asioihin, joita on tarpeen ottaa huomioon määritettäessä alimpia suositeltavia rakentamiskorkeuksia sisävesien ja meren ranta-alueilla. Lisäksi oppaassa käsitellään sortuma- ja vyörymävaaran huomioon ottamista sekä rakentamista tulvavaara-alueelle. Opas on päivitetty versio vuoden 1999 julkaisusta ”Ylimmät vedenkorkeudet ja sortumariskit ranta-alueille rakennettaessa - Suositus alimmista rakentamiskorkeuksista” (Ollila ym. 1999).</p> <p>Tulvavaara-alueiden ja tulvariskien huomioon ottaminen on valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden mukaista. Alttius tulvavahingoille on kasvanut rantarakentamisen lisääntyessä. Suunnitteluun ja rakentamiseen tuo omat haasteensa myös ilmastonmuutoksen vaikutusten huomioiminen, mihin liittyen on saatu uutta tietoa vedenkorkeuksista, virtaamista sekä merivedenkorkeuksien lyhyt- ja pitkäaikaisvaihteluista.</p> <p>Opas sisältää suositukset alimpien rakentamiskorkeuksien määrittämiseksi sisävesien rannoilla sekä merenrannikolla. Suositusten tavoitteena on, ettei rakennuksille aiheutuisi tulvavahinkoja kuin keskimäärin kerran noin 100–200 vuodessa tai harvemmin esiintyvillä tulvilla. Sisävesien osalta suositus perustuu kunkin vesistön keskimäärin kerran 100 vuodessa toistuvaan tulvavedenkorkeuteen, johon lisätään tarvittaessa rakennustyyppistä, vesistön ominaispiirteistä, ilmastonmuutoksesta tai aaltoiluvasta johtuva lisäkorkeus. Itämeren rannalla suosituksissa on otettu huomioon maankohoamisen ja merenpinnan tason muutos ilmastonmuutoksen seurauksena. Myös merenrannikolla rakennuspaikkakohtainen lisäkorkeus tulisi määritellä rakennuksen tyyppin ja aallokon mahdollisen vaikutuksen perusteella.</p>			
Asiasanat	Tulvat, tulvavahingot, rannat, sortumat, maanvyörymät, rakentaminen, rakentamiskor-keus, maankäyttö- ja rakennuslaki, ilmastonmuutos.			
Rahoittaja/ toimeksiantaja	Maa- ja metsätalousministeriö			
	ISBN (nid.) 978-952-11-4306-9		ISBN (PDF) 978-952-11-4307-6	
	ISSN (pain.) 1238-8602		ISSN (verkkoi.) 1796-167X	
	Sivuja 75	Kieli Suomi	Luottamuksellisuus Julkinen	Hinta (sis.alv 8 %)
Julkaisun myynti/ jakaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE), syke.fi PL 140, 00251, Helsinki, Puh. 0295 251 000 Sähköposti: neuvonta.syke@ymparisto.fi			
Julkaisun kustantaja	Suomen ympäristökeskus (SYKE), neuvonta PL 140, 00251, Helsinki Sähköposti: neuvonta.syke@ymparisto.fi			
Painopaikka ja -aika	Edita Prima Oy, Helsinki 2014			

PRESENTATIONSBLAD

Utgivare	Finlands miljöcentral (SYKE)	Datum Juni 2014		
Författare	Antti Parjanne och Mikko Huokuna (toim.)			
Publikationens titel	Tulviin varautuminen rakentamisessa Opas alimpien rakentamiskorkeuksien määrittämiseksi ranta-alueilla (Översvämningsberedskap vid byggande – guide i hur man fastställer lägsta byggnadshöjd på strandområden)			
Publikationsserie och nummer	Miljöhandledning 2014			
Publikationens delar/andra publikationer inom samma projekt	Publikationen finns tillgänglig på internet: www.syke.fi/publikationer helda.helsinki.fi/syke			
Sammandrag	<p>Guiden innehåller uppgifter om förekomsten av översvämningsrisker, skador som de orsakar samt allmän information om hanteringen av översvämningsrisker som man behöver ta i beaktande när de lägsta rekommenderade byggnadshöjderna fastställs i områden nära insjöar och havsstränder. Dessutom tar guiden upp risken för ras och skred nära stränder som ska beaktas samt byggande på områden med risk för översvämningsrisker. Guiden är en uppdaterad version av "Ylimmät vedenkorkeudet ja sortumariskit ranta-alueille rakennettaessa - Suositus alimmista rakentamiskorkeuksista" (Högvattenstånd och risken för jordskred vid byggande på strandområden; Rekommendation för lägsta acceptabla byggnadshöjd) (Ollila et al. 1999).</p> <p>Att ta områden med risk för översvämningsrisker i beaktande är i överensstämmelse med de riksomfattande målen för områdesanvändningen. Känsligheten för översvämningsrisker har ökat i takt med att strandbygget ökat. Planeringen och byggandet medför egna utmaningar när effekterna av klimatförändringen ska beaktas. Det har kommit nya uppgifter om kort- och långsiktiga variationer i vattenstånd, vattenföring samt havsvattenstånd.</p> <p>Guiden innehåller rekommendationer om hur man fastställer lägsta byggnadshöjd vid sjö- och havsstränder. Syftet med rekommendationerna är att byggnaderna endast skulle drabbas av översvämningsrisker vid översvämningsrisker som inträffar cirka en gång per 100–200 år eller mer sällan. För insjöarna utgår rekommendationen från respektive vattendrags översvämningshöjd som återkommer i genomsnitt en gång per 100 år. Till den läggs vid behov till extra höjd beroende på byggnadstyp, vattendragets särdrag, klimatförändringen eller vågmarginalen. I rekommendationerna för Östersjökusten har man beaktat landhöjningen och förändringar i havsnivå som klimatförändringen medför. Det bör också fastställas en extra höjd för byggnadsplatser vid havsstranden utgående från byggnadstyp och eventuell inverkan från vågsvall.</p>			
Nyckelord	Översvämningsrisker, översvämningsrisker, stränder, ras, jordskred, byggande, byggnadshöjd, markanvändnings- och bygglagen, klimatförändring.			
Finansiär/uppdragsgivare	Jord- och skogsbruksministeriet			
	ISBN (hft.) 978-952-11-4306-9		ISBN (PDF) 978-952-11-4307-6	
	ISSN (print) 1238-8602		ISSN (online) 1796-167X	
	Sidantal 75	Språk Finska	Offentlighet Offentlig	Pris (inneh. moms 8 %)
Beställningar/distribution	Finlands miljöcentral (SYKE), PB 140, 00251 Helsingfors, Tel. 0295 251 000 Epost: neuvonta.syke@ymparisto.fi			
Förläggare	Finlands miljöcentral (SYKE), PB 140, 00251 Helsingfors Epost: neuvonta.syke@ymparisto.fi			
Tryckeri/tryckningsort och -år	Edita Prima Ab, Helsingfors 2014			

DOCUMENTATION PAGE

Publisher	Finnish Environment Institute (SYKE)	Date June 2014		
Author(s)	Antti Parjanne and Mikko Huokuna (toim.)			
Title of publication	Tulviin varautuminen rakentamisessa Opas alimpien rakentamiskorkeuksien määrittämiseksi ranta-alueilla (Flood preparedness in building – guide for determining the lowest building elevations in shore areas)			
Publication series and number	Environment Guide 2014			
Parts of publication/ other project publications	The publication is available in the internet: www.syke.fi/publications helda.helsinki.fi/syke			
Abstract	<p>This guide brings together information on flood occurrence, resulting damage and general flood risk management, with a focus on matters that need to be considered when determining the lowest recommended building elevations for the shore areas of inland waters and coastal areas. In addition to this, the guide takes into account the consideration of landslide risks and building in flood hazard areas. The guide is an updated version of the 1999 publication “Ylimmät vedenkorkeudet ja sortumariskit ranta-alueille rakennettaessa - Suositus alimmista rakentamiskorkeuksista” (Highest water levels and risks of landslides when building on shores – Recommendation for the minimum permissible building heights) (Ollila et al. 1999).</p> <p>Taking flood hazard areas and flood risks into account is in line with national land use objectives. Building on shore areas has increased susceptibility to flood damage. The need to consider the effects of climate change also presents its own challenges for design and construction, in relation to which new information has been obtained on water levels, flows and the short- and long-term changes in sea water levels.</p> <p>This guide includes recommendations on determining the lowest building elevations on the shores of inland waters and coastal areas. The aim of the recommendations is to ensure that buildings do not sustain damage in floods other than those that occur approximately once in 100–200 years, on average, or less frequently. As regards inland waters, the recommendation for each watercourse is based on the flood level that occurs once in 100 years, on average, to which an addition is made based on building type, characteristics of the watercourse, climate change and wave height. The recommendations for the coastal areas of the Baltic Sea take into account post-glacial rebound and sea level change as a result of climate change. In coastal areas, the building site-specific additional elevation should be defined based on building type and the possible effects of wave conditions.</p>			
Keywords	Floods, flood damage, shores, landslides, building, building elevation, Land Use and Building Act, climate change			
Financier/ commissionere	Ministry of Agriculture and Forestry			
	ISBN (pbk.) 978-952-11-4306-9		ISBN (PDF) 978-952-11-4307-6	
	ISSN (print) 1238-8602		ISSN (online) 1796-167X	
	No. of pages 75	Language Finnisch	Restrictions Public	Price (incl. tax 8 %)
For sale at/ distributor	Finnish Environment Institute (SYKE), P.O. Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland Phone +358 0295 251 000, Email: neuvonta.syke@ymparisto.fi			
Financier of publication	Finnish Environment Institute (SYKE), neuvonta P.O. Box 140, FI-00251 Helsinki, Finland Email: neuvonta.syke@ymparisto.fi			
Printing place and year	Edita Prima Ltd, Helsinki 2014			

Tulvat aiheuttavat Suomessa vuosittain vahinkoja, jotka kohdistuvat pääosin rakennuksiin, infrastruktuuriin ja irtaimistoon. Maankäytön suunnittelulla ja rakentamisen ohjauksella on keskeinen rooli tulvavahinkojen ennaltaehkäisyssä ja vähentämisessä.

Tämä opas sisältää suositukset alimpien rakentamiskorkeuksien määrittämiseksi sisävesien ja meren ranta-alueilla. Lisäksi oppaaseen on koottu yhteen tietoa tulvien esiintymisestä, tulvista aiheutuvista vahingoista, tulvariskien hallinnasta sekä ranta-alueiden sortuma- ja vyörymävaarasta.

Oppaan tavoitteena on vähentää tulvista sekä maansortumista ja -vyörymistä rakennuksille aiheutuvia vahinkoja ja vaikuttaa siihen, että nämä riskit huomioidaan riittävästi kaavoituksessa ja rakentamisessa.

Opas on tarkoitettu avuksi maankäytön suunnitteluun ja rakentamisen ohjaukseen osallistuvien viranomaisten, kuten ELY-keskuksien, kuntien, maakuntien liittojen, ministeriöiden ja jossain määrin myös yksityisten toimijoiden kuten vakuutusyhtiöiden tarpeisiin. Opas on päivitetty versio vuoden 1999 julkaisusta (Ollila ym. 1999).



MAA- JA METSÄTALOUSMINISTERIÖ



S Y K E



ILMATIETEEN LAITOS



Ympäristöministeriö
Miljöministeriet
Ministry of the Environment

ISBN 978-952-11-4306-9 (nid.)

ISBN 978-952-11-4307-6 (PDF)

ISSN 1238-8602 (pain.)

ISSN 1796-167X (verkkokj.)